Q56
.R47
*

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06.49.3 B1 ee

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME III — JANVIER 1903

(VINGT-SEPTIÈME ANNÉE; TOME LIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1903

08.5.5.165.Only 2

AMERICAN MUSEUM
CENTRAL PARK,
NEW YORK.
OF NATURAL HISTORY.

L'ÉRUPTION DE LA MARTINIQUE (1)

Il n'est personne qui n'ait encore présente à l'esprit l'émotion poignante dont le monde entier s'est senti pénétré, lorsque, dans les premiers jours du mois de mai 1902, a éclaté comme un coup de foudre la nouvelle du désastre survenu le 8, à la Martinique. En quelques minutes, disaient les dépêches, la ville de Saint-Pierre, avec une population de trente-cinq mille âmes, avait été anéantie par une trombe de feu, ainsi que tous les navires ancrés sur la rade. Seuls deux bâtiments, qui étaient encore sous pression, avaient pu s'échapper, mais au prix d'avaries graves et en perdant une grande partie de leur équipage.

Aucun avertissement préalable n'avait précédé en Europe l'annonce de la catastrophe. Si la Montagne Pelée, qui domine Saint-Pierre, était connue des géographes comme un ancien volcan, du moins ce volcan passait-il pour être depuis longtemps éteint. On put donc croire un moment qu'il s'agissait d'un phénomène absolument sans exemple dans l'histoire du volcanisme, d'un réveil bien plus instantané et incomparablement plus meurtrier que celui qui, en l'an 79 de notre ère, avait donné naissance au Vésuve actuel, en causant la ruine d'Herculanum et de Pompéi. Ce qui ajoutait encore à l'horreur du désastre, c'est qu'au lieu d'une projection verticale de débris, couvrant autour de la cime un espace plus ou moins étendu, il s'agissait, à n'en pas douter, d'un véritable bombarde-

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, dans son assemblée générale du jeudi 30 octobre 1902, à Liége.

P.B.03

ment de feu, presque exclusivement dirigé contre la malheureuse ville dont il avait entraîné la ruine immédiate et totale.

Sans doute, les annales du volcanisme ont enregistré parfois des hécatombes non moins formidables ; telle, en 1815, l'éruption du Timboro, dans les îles de la Sonde, où l'explosion de la partie terminale du cône couvrit de débris un espace aussi grand que l'Allemagne et causa, tant par la chute des projectiles que par la destruction complète des récoltes, la mort de quarante mille personnes. Mais le fléau n'avait pas été instantané. On avait au moins vu venir la mort, et plusieurs s'étaient trouvés en mesure d'y échapper. Faut-il dire aussi que ces catastrophes frappaient d'habitude des populations voisines du Grand Océan, et dont la destinée, à cette époque de communications difficiles, intéressait à peine notre Europe, où l'annonce du désastre ne parvenait que bien des mois après l'événement ?

Mais, le 8 mai, c'est contre une colonie française que le fléau s'était déchaîné, frappant de préférence le lieu où la population blanche était en majorité ; et c'est le lendemain même que la nouvelle arrivait à ceux qu'elle mettait en deuil. La France n'était d'ailleurs pas seule frappée, et le même jour, presque à la même heure, une éruption semblable se produisait dans l'île anglaise de Saint-Vincent. Si le nombre des victimes y était moins considérable, c'était uniquement parce que la population se trouvait plus disséminée. Mais la violence et la rapidité de la destruction n'étaient pas moindres qu'à la Martinique, et la coïncidence des deux éruptions laissait craindre un destin semblable pour tout l'archipel des Antilles.

Bientôt arrivèrent les détails. La grandeur du désastre n'en fut en rien diminuée. Au contraire, le nombre des victimes se révéla plus grand qu'on ne l'avait cru d'abord. En outre, la répétition du même cataclysme, se produisant d'abord le 20 mai, puis le 30 août, trouva moyen

d'ajouter de nouvelles ruines à celles que le premier paroxysme avait faites, l'explosion gardant chaque fois le même et surprenant caractère d'une projection presque horizontale, localisée dans un secteur relativement peu étendu.

En revanche, on dut reconnaître que la catastrophe du 8 mai avait été précédée par plus d'un signe avant-coureur, qui aurait dû paraître significatif à une population mieux initiée aux dangereux caprices d'un volcan. En même temps la connaissance des détails faisait évanouir l'une après l'autre les hypothèses plus ou moins fantaisistes, écloses au premier moment dans l'imagination de théoriciens improvisés ; car jamais, il faut le dire, on ne vit se révéler un tel luxe de compétences inattendues, chacun apportant une solution à lui, dont l'étrangeté n'avait d'égale que le parfait dédain avec lequel tous s'accordaient à traiter les géologues, pour leur apprendre à n'avoir pas prédit ce qui devait arriver.

L'hypothèse d'un jet de lave liquide, lancé obliquement par une fissure de la montagne, avait dû être abandonnée dès le premier moment ; car tous ceux qui avaient visité les ruines affirmaient n'y avoir vu aucune trace de coulée. Alors quelques-uns supposèrent que du volcan s'était échappée subitement une masse de gaz combustibles. D'autres, rejetant cette idée, comme contraire à ce qu'on observe sur tous les volcans, où les gaz dégagés sont de la vapeur d'eau, avec les acides du chlore et du soufre, surtout l'acide sulfureux, imaginèrent de faire intervenir l'électricité. Un courant à haute tension s'était tout d'un coup produit, qui avait *électrocuté* la population.

Sans doute les manifestations électriques ne sont jamais absentes des paroxysmes volcaniques, ordinairement accompagnés d'éclairs et de coups de foudre ; mais il n'en peut résulter ni la destruction d'une ville, ni l'anéantissement de toute une population. Aussi s'est-il trouvé des imaginations fertiles, pour inventer de toutes pièces une

cause adéquate à l'effet produit. On sait que l'écorce terrestre est parcourue, d'une façon constante, par un courant magnétique, auquel doit être attribuée la déviation de l'aiguille aimantée. Ce courant, qui a vraisemblablement sa source dans l'action solaire, se propage d'une façon inégalement facile, suivant la nature et la constitution des terrains qu'il traverse. Pourquoi, se sont dit nos théoriciens, n'admettrait-on pas qu'à de certains moments, et en certains points, le courant subit une résistance inattendue ? Dans ce cas, il faut bien que son énergie se transforme, et la complaisante thermodynamique nous donne le droit de la changer en chaleur ou en électricité. Voilà, concluent-ils, la vraie cause des éruptions volcaniques, et si les géologues l'ont méconnue, c'est qu'ils sont hypnotisés par la conception vieillie et radicalement fausse de la chaleur interne.

La meilleure manière de répondre à ces divagations n'est pas de discuter les prétendus principes sur lesquels elles s'appuient ; c'est d'étudier avec soin les circonstances dans lesquelles la catastrophe s'est produite. Tel a été le but des missions scientifiques envoyées dans l'île, notamment de celle qui, formée sous les auspices de l'Académie des Sciences, fut, dès le commencement de juin, dirigée sur la Martinique par le Ministère des Colonies. Cette mission avait pour chef M. Lacroix, professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle. Elle comprenait en outre un ingénieur hydrographe, M. Rollet de l'Isle, et un géologue, M. Giraud.

En raison de la saison des pluies, qui sévit de juillet, même de juin, jusqu'à novembre dans les Antilles, la mission ne devait procéder qu'à une exploration sommaire, d'une durée d'un mois au plus, pour recueillir tous les témoignages, étudier les ruines, et se rendre compte de l'état actuel du volcan ou du moins de ses abords. Car, même à supposer le volcan inactif, l'ascension de la Montagne Pelée est très difficile à l'époque des pluies, toute

la partie supérieure, sur plus de 300 mètres d'altitude, étant enveloppée d'un brouillard presque constant, qui la transforme en un vrai marécage, arrosé par des torrents d'eau et balayé par un impétueux vent de nord-est ; si bien que la végétation tropicale, merveilleusement développée jusque vers 1000 mètres d'altitude, est complètement absente de la cime dénudée comme l'indique le nom qu'elle porte.

Deux rapports adressés à l'Académie des Sciences, et insérés dans ses COMPTES RENDUS aux dates des 1 et 8 septembre 1902, ont fait connaître toutes les observations recueillies par la mission. Depuis lors, M. Lacroix, à peine rentré en France, a dû repartir, en raison de l'émotion soulevée par le désastre du 30 août, lorsque le bombardement, abandonnant la région de Saint-Pierre, où par deux fois il avait sévi, se porta sur le Morne Rouge, jusque-là indemne quoique plus rapproché de la cime. Chargé d'organiser des postes d'observation pour surveiller toutes les manifestations d'activité du volcan, M. Lacroix a pu, durant une période de calme, compléter sa première reconnaissance et, en particulier, atteindre la cime de la Montagne Pelée. Dans des lettres adressées à M. Michel-Lévy, et communiquées par ce savant à l'Académie, il a donné quelques renseignements intéressants sur son dernier voyage. Nous allons chercher à résumer ces documents, en y joignant des indications historiques sur le passé du volcan qui vient d'occuper si fortement l'attention publique ; indications qui ont été publiées, les unes dans le JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE BERLIN, sous la signature de M. Deckert ; les autres dans une intéressante brochure de M. Mercalli, le vulcanologiste de Naples, observateur attitré de tout ce qui se passe au Vésuve (1).

(1) ATTI DELLA SOC. ITAL. DI SCIENZE NATURALI, XLI.

La plus ancienne éruption de la Montagne Pelée qui soit connue avec certitude est celle du 22 janvier 1762. Elle a été mentionnée par Dupuget dans son *Coup d'œil sur la physique générale et la minéralogie des Antilles*, rédigé à la suite des voyages que l'auteur avait faits à la Martinique dans les années 1784, 1785 et 1786 (1). L'éruption fut accompagnée d'une violente secousse de tremblement de terre, et une forte odeur sulfureuse se répandit tout d'un coup dans les habitations. A la solfatare de la montagne, la terre était criblée de trous et on trouva beaucoup de cadavres de quadrupèdes et d'oiseaux. Trois mois plus tard, une nouvelle explosion eut lieu, à la suite de laquelle les rochers se montrèrent tout couverts de soufre. Des fumerolles y prirent naissance, ainsi que des sources d'une eau noirâtre, sulfureuse et très chaude.

En terminant son récit, Dupuget observe que les anciennes éruptions du volcan ont toujours dû se produire sur son flanc occidental, beaucoup plus disloqué que le reste, et couvert en certains points par des amas de pierre ponce ayant jusqu'à 30 pieds d'épaisseur.

Après cette tentative, qui n'eut, on le voit, aucune conséquence désastreuse ni même inquiétante, la Montagne Pelée demeura tranquille jusqu'en 1851. De cette nouvelle manifestation, il existe deux relations, rédigées par une commission scientifique que le gouverneur de l'île avait nommée, et qui se composait de deux pharmaciens de la marine ainsi que d'un médecin. Le premier rapport, relatif à l'éruption du mois d'août, fut publié à part à la Martinique et réimprimé avec modifications dans la Revue coloniale de juillet 1852. Le second, rédigé après la

(1) Par suite d'une évidente erreur d'impression, l'ouvrage de Dupuget donne à l'éruption la date de 1792, alors que l'auteur dit tenir le récit de cette éruption des habitants qu'il a interrogés, avant 1784. De là vient que plusieurs ont cru pouvoir admettre deux éruptions, ayant eu lieu toutes deux le 22 janvier, l'une en 1762 et l'autre en 1792.

recrudescence du mois d'octobre, fut imprimé en janvier 1854 dans la REVUE COLONIALE.

L'éruption fut précédée par un notable accroissement du dégagement d'hydrogène sulfuré à la soufrière, où une nouvelle fumerolle se fit jour, déterminant l'asphyxie de quelques oiseaux. Le 16 mai 1851, une secousse assez forte ébranla la Martinique et plus encore la Guadeloupe. Les secousses recommencèrent à la fin de juillet pour redoubler les 4 et 5 août, accompagnées de bruits qui paraissaient provenir de la Montagne Pelée.

Dans la nuit du 5 août, les bruits et les secousses augmentèrent d'intensité, si bien que beaucoup des paysans qui habitaient sur les flancs de la montagne vinrent se réfugier à Saint-Pierre. Alors commencèrent des explosions et, le 6 août au matin, toutes les maisons de Saint-Pierre avaient leurs toits couverts d'une légère couche de cendres. On eût dit qu'il avait neigé.

« Depuis cette époque (écrivait en septembre 1851 la commission scientifique), des gerbes de fumée sont presque continuellement lancées par la montagne, qui les accompagne de fortes détonations ; souvent aussi ces vapeurs refoulées par les vents remplissent Saint-Pierre d'hydrogène sulfuré, qui est un de leurs principes constituants. »

Le petit lac des Palmistes, situé près de la cime, n'éprouva dans cette circonstance aucune modification. Le 5 août, à environ 816 mètres d'altitude (c'est-à-dire à plus de 450 mètres au-dessous du sommet), des bouches d'un mètre de diamètre s'ouvrirent, et le 9 d'autres bouches de 3 à 4 mètres se montrèrent un peu plus haut. Après avoir commencé par rejeter des cendres, ces bouches vomirent bientôt de la boue. Le 6 août « elles étaient pleines de liquide bouillonnant et lançaient dans l'air d'abondantes vapeurs chaudes ».

Vers la fin d'août, l'activité avait cessé dans les bouches inférieures ; mais, le 29, celles du haut lançaient encore de la boue et de la cendre, en dégageant une forte odeur

sulfhydrique. Le 6 septembre, les détonations étaient assez fortes et les vapeurs émises se voyaient de loin. Durant toute cette première phase, les pierres rejetées n'avaient pas dépassé la grosseur d'une orange et, autour des bouches, les matériaux de projection ne formaient pas d'amas de plus d'un mètre d'épaisseur.

Les commissaires émirent l'avis que l'activité du volcan était due à l'infiltration des eaux de pluie, car les années 1850 et 1851 avaient été extraordinairement pluvieuses ; persuadés que la Montagne Pelée était un volcan de boue et non un volcan de feu, ils crurent de leur devoir de rassurer la population (on voit que la manie optimiste a toujours sévi à la Martinique), en affirmant que « la ville de Saint-Pierre, située à plus de 10 kilomètres, et le bourg du Prêcheur, à 7 kilomètres, ne paraissent avoir rien à redouter d'éruptions même beaucoup plus considérables que celle qui vient d'avoir lieu ».

Il est vrai que ces lignes, écrites en septembre 1851, furent supprimées lors de la réimpression faite en 1852. C'est que, dès la fin d'octobre, un redoublement d'activité s'était produit, et que, avec une grande quantité de boue, le volcan avait lancé des pierres de la grosseur de la tête. L'une même pesait 35 kilogrammes. Avec la boue, il était sorti une grande quantité d'eau : « Cette fois, dit le rapport, le phénomène avait agi avec une bien plus grande intensité, et des masses considérables de boue liquide et d'eau, lancées sur le sol, l'ont raviné presque partout. »

Autour de la solfatare surgirent de nouvelles sources thermales ainsi que des fumerolles, qui lançaient par intervalles de l'acide sulfhydrique et de la vapeur d'eau entre 100° et 115° C. de température. Mais les éruptions restaient toujours localisées sur le flanc sud-ouest, et les commissaires remarquaient que « sur le côté nord de la montagne il n'a pas été observé le plus petit dérangement, soit dans les couches du terrain, soit dans les sources ».

Tout s'était borné à quelques dégâts matériels dans les

parties hautes. Il n'y avait pas eu de victimes humaines ; Saint-Pierre n'avait en rien souffert. L'éruption de 1851 ne laissa donc pas de traces bien vives dans le souvenir des habitants, et un demi-siècle de repos suffit pour les effacer complètement. Pourtant la Montagne Pelée n'était pas rentrée dans un silence complet. Il y demeurait une solfatare, aux abords de laquelle les habitants allaient quelquefois se pourvoir de soufre, et des sources thermales s'en échappaient. En 1898, quand M. Deckert fit l'ascension de la cime, il se heurta, vers 1100 mètres d'altitude, à plusieurs fentes béantes, ouvertes dans la direction du sud-ouest au nord-est, et dont une, large de $2^{m}50$, exhalait une odeur sulfureuse marquée, attestant l'existence, en profondeur, d'une vive activité solfatarienne. Or l'expérience des Andes le prouve : une solfatare, c'est un volcan assoupi, toujours prêt à se réveiller; et puisque l'éruption de 1851 avait été sensiblement plus forte que celle de 1762, la prudence commandait de surveiller avec soin la moindre reprise d'un travail qui, pour s'être momentanément retiré dans la profondeur, devait être toujours prêt à remonter à la surface.

Ces précautions, hélas ! ne furent pas observées. En janvier 1902, des exhalaisons sulfhydriques furent remarquées en divers points du pourtour de la montagne, et des missionnaires émirent la crainte de voir leur station devenir inhabitable. On n'y fit pas attention, bien que le fait eût frappé quelques observateurs, et que l'augmentation, survenue à la fin de janvier, dans les odeurs infectes de la solfatare, soit signalée dans un rapport de l'officier commandant le navire italien *Calabria* (1).

Encore ne s'agissait-il alors que d'émanations tranquilles et invisibles. Mais les manifestations de l'activité interne allaient bientôt revêtir une forme beaucoup plus

(1) M. Mercalli mentionne ce rapport comme ayant été publié dans le n° 31 (juillet 1902) du BOLLETINO UFF. DELLA PUBB. ISTRUZIONE.

significative. Dès la fin d'avril, la Montagne Pelée se mit à fumer. On put tout d'abord n'y pas faire grande attention, à cause de la couronne de nuages qui entoure presque constamment la cime. Mais, le 3 mai, les habitants de Fort-de-France furent tout surpris, en se réveillant, de voir les toits et les rues de la ville recouverts d'une mince couche de cendres, qui ne pouvaient provenir que de la Montagne Pelée, d'où les vents alizés les avaient chassées au sud. Effectivement, à Saint-Pierre, un épais nuage de cendres planait sur toute la côte nord-ouest. La pluie de cendres rendait l'air difficilement respirable à Saint-Pierre (1), et, la nuit, des environs du Morne Rouge, on voyait parfaitement des lueurs fugitives éclairer les nuées au-dessus du volcan, chacune accompagnée de détonations facilement perceptibles dans le silence environnant.

Il n'y avait donc pas à en douter. Cette fois, la lave avait réussi à monter dans la cheminée ; c'est elle qui illuminait les nuées ; c'est sa substance, pulvérisée par la vapeur d'eau, qui formait le panache de cendres. On était en présence d'une éruption bien caractérisée, autrement sérieuse que celles de 1851 et de 1762. D'ailleurs, si cet avertissement n'était pas jugé suffisant, la journée du 5 mai en réservait un autre, bien terrible ; un torrent de boue chaude, issu du cratère, parcourait en quelques minutes le ravin de la Rivière Blanche, et engloutissait la sucrerie Guérin, avec plus de trente personnes qui s'y trouvaient occupées.

Le 7 mai, les grondements du volcan étaient devenus terrifiants, bien que (la chose est importante à noter) il ne se produisît aucun tremblement de terre proprement dit. La population de Saint-Pierre, grossie de tous ceux qui avaient fui les habitations situées sur la pente de la

(1) Nous tenons ces détails d'un témoin oculaire, le capitaine du génie Vernier.

montagne, était justement affolée. C'est alors que le malheureux gouverneur, qui du reste a trouvé la mort dans la catastrophe, eut la malencontreuse idée de vouloir empêcher l'exode des habitants et que, sous son influence, la « commission scientifique » émit un avis rassurant, et cela, à l'heure où, par une pluie exceptionnellement forte, les éclairs et les détonations se percevaient aisément de Fort-de-France, malgré une distance de 25 kilomètres à vol d'oiseau !

Le lendemain 8 mai, vers huit heures du matin, juste au moment où partait, de Fort-de-France, un détachement d'infanterie de marine, commandé pour maintenir l'ordre à Saint-Pierre, la malheureuse ville était anéantie en quelques minutes, et un ras de marée, d'une amplitude de quelques décimètres, se faisait sentir jusqu'à Fort-de-France. Que s'était-il donc passé ? L'examen détaillé des ruines va nous l'apprendre.

Dès le 13 mai, le capitaine Vernier, à la suite d'une visite au lieu du désastre, rédigeait un rapport rempli de constatations intéressantes, entièrement d'accord d'ailleurs avec celles que la mission de l'Académie des Sciences a ultérieurement faites. Il concluait à une formidable explosion gazeuse, à une gigantesque *fougasse*, comme disent les mineurs, qui avait joué sur le flanc de la montagne, par suite d'une obstruction de la cheminée, en foudroyant hommes et choses sous son souffle embrasé. C'est bien ainsi, en effet, que les choses paraissent s'être passées.

Les ravages exercés par l'éruption du 8 mai ont été concentrés dans un secteur, situé sur le côté ouest et sud-ouest de la Montagne Pelée, et limité par deux rayons issus du cratère, l'un aboutissant à l'îlot de la Perle au nord du Prêcheur, l'autre passant par le Carbet. Dans ce large secteur, il en existe un autre plus petit, compris entre Sainte-Philomène et le sud de Saint-Pierre. C'est là que la dévastation a atteint son maximum ; toutes les habitations y ont été à peu près totalement détruites, tous les

êtres vivants tués, à l'exception de quelques rares blessés. L'axe de ce secteur, depuis le cratère jusqu'à la mer, est jalonné par une ligne continue de fumerolles, coïncidant avec le ravin de la Rivière Blanche et accusant, sur son parcours, l'existence d'une fente ou d'une zone de crevasses dans le cône.

Dans le secteur médian, il n'existe plus rien. Le quartier du Fort, qui s'y trouve, a été rasé et ses débris emportés plus au sud. Au voisinage, dans le quartier du Mouillage, où la direction nord-sud dominait dans les rues, les façades orientées dans ce sens sont restées debout, tandis que les murs dirigés de l'est à l'ouest étaient tous renversés. Aussi, quand on aborde ce quartier en venant de l'ouest, pourrait-on au début, en voyant les façades, se faire l'illusion que la ville n'est pas détruite ; au lieu que, en regardant par le sud, on ne voit plus que des pans de murs parallèles, avec des décombres dans les intervalles.

Dans la ville, les arbres sont tous brisés ou déracinés et, alors, renversés au sud. Du reste, dans le cimetière du Mouillage, tous les débris ont été également projetés au sud. En s'éloignant vers l'est, on voit que les arbres, restés debout, sont seulement dépouillés de leurs branches et de leurs feuilles, parfois avec l'écorce carbonisée du côté du nord, tandis que plus loin les feuilles ont seules disparu.

Les cadavres trouvés dans le secteur central, sous la couche de cendres qui les avait ensevelis, étaient entièrement nus, superficiellement carbonisés (à moins de se rencontrer dans les ruines d'une maison incendiée), les cheveux et les poils brûlés. La position de beaucoup d'entre eux indiquait, en même temps qu'une poussée venue du nord, une mort foudroyante, avec symptômes manifestes d'asphyxie. L'incendie des maisons a été très inégal. Nulle part la température n'a été suffisante pour fondre aucun des objets de métal qui étaient exposés à

l'air. Les maisons du Carbet, bien qu'étant en bois, n'ont pas été brûlées, et les habitants ont subi l'asphyxie soudaine, sans que leurs vêtements fussent endommagés. Enfin, chose bien décisive, même dans le quartier du Fort, on a trouvé des cartouches de revolver et des tuyaux de caoutchouc intacts. Quant aux blessés de la zone externe du secteur, on a constaté sur eux des brûlures des premières voies respiratoires, comme celles que peut produire la vapeur d'eau à haute température, et plusieurs avaient manifestement absorbé des cendres chaudes.

Quelques-uns de ces caractères excluent absolument l'hypothèse d'une irruption de gaz combustibles ; tout s'accorde, au contraire, avec la notion d'une irrésistible poussée de vapeur d'eau, peut-être aussi de gaz sulfureux, entraînant avec eux des cendres très chaudes. Or, cette idée est corroborée par les récits des témoins oculaires. Ceux-ci reconnaissent tous qu'alors que le volcan, depuis quelque temps, lançait verticalement un panache de vapeur, le 8 mai au matin, un peu avant 8 heures, une détonation formidable a retenti, en même temps qu'un épais nuage noir, sillonné d'éclairs, dévalait vers Saint-Pierre. En trois minutes il avait dépassé la ville, et ses volutes, roulant les unes sur les autres, avaient renversé les constructions, démâté et coulé les navires, anéanti la population, enflammant sur leur passage tous les objets combustibles. Une chute de lapillis (ou petites pierres) et de cendres se produisait aussitôt, suivie d'une pluie diluvienne de 30 minutes. Puis un vent de retour prenait naissance et, une heure après la catastrophe, le ciel redevenait pur. Pas un seul bloc de lave n'avait été projeté avec cette trombe.

Incontestablement le nuage était surtout formé de vapeur d'eau et de cendres, se condensant en boue gluante sur les blessés, dont les vêtements d'ailleurs ne portaient aucune trace de corrosion pouvant indiquer la présence de gaz acides.

De plus, en dehors du cratère, on n'a constaté, contrairement à quelques affirmations de la première heure, ni fente béante, ni changement dans le rivage, ni affaissement ou soulèvement notable dans l'intérieur. Quand les nuages laissaient voir un instant le sommet de la Montagne Pelée, on pouvait s'assurer qu'il avait gardé intactes sa forme et sa hauteur. La topographie n'a été changée que là où les déluges de boue ont entraîné la formation d'amoncellements de cendres et de blocs. Enfin il ne s'est pas produit de modifications appréciables du fond de la mer. A la vérité, le câble sous-marin s'est brisé ; mais il était justement situé sur le prolongement de la fente que jalonnent les fumerolles ; et en relevant son extrémité, on a constaté que le goudron y était fondu en gouttelettes. La rupture a donc dû avoir lieu par suite d'un porte à faux sur la fente, joint à une action calorifique engendrée par des dégagements sous-marins (1).

En résumé, par tous ses caractères, le nuage destructeur du 8 mai se montre absolument identique avec le panache que projettent tous les grands volcans en éruption. On sait en effet que la montée de la lave y est précédée par l'ascension d'une colonne de vapeurs, projetée avec une telle force qu'elle atteint parfois plus de dix kilomètres de hauteur, et peut être traversée sans déviation par les plus violents ouragans. La colonne est formée d'une rapide succession de nuages tourbillonnants. Entre eux et les cendres qu'ils entraînent, il se produit d'incessantes décharges électriques. Enfin la lave dont ils accompagnent l'ascension se trahit par les vives lueurs dont elle les illumine par moments.

Tout cela se retrouve dans l'éruption du 8 mai ; à cette différence près, qu'ici la projection a été descendante, au lieu de se faire suivant la verticale ; et que, par une déplorable coïncidence, la ville de Saint-Pierre s'est trou-

(1) Rapport de la mission des Antilles, COMPTES RENDUS, t. CXXXV, p. 429.

vée juste dans la direction de la poussée gazeuse. Or cette différence est si caractéristique à la Martinique qu'elle s'est répétée au moins trois fois : les 8 et 20 mai, au détriment de Saint-Pierre ; le 30 août, pour le plus grand dommage du Morne Rouge, jusqu'alors indemne. A quoi peut-on attribuer cette fréquence des poussées obliques ?

Une explication se présente tout naturellement à l'esprit, celle, émise dès le début par le capitaine Vernier, d'une obstruction survenant dans la cheminée du volcan. Cette hypothèse est en accord avec ce qu'on sait de la nature des produits éruptifs de la Martinique. A peine la cendre tombée en mai était-elle envoyée en Europe qu'on y reconnaissait des débris d'*andésite*, c'est-à-dire de la lave très peu fusible qui domine dans tous les volcans de la chaîne des Andes. Même, un peu plus tard, le caractère des cendres s'est modifié. Elles sont devenues des fragments de *pierre ponce*, c'est-à-dire d'une variété encore moins fusible que l'andésite, et spongieuse à cause du mélange intime des bulles de gaz avec une matière en fusion pâteuse. D'ailleurs la ponce abonde parmi les anciens produits de la Montagne Pelée, et c'est elle qui, recouvrant la cime, absorbe si bien l'humidité que tout le sommet n'est qu'un marécage.

Ainsi, les cendres volcaniques, là où le cône ne saute pas en l'air, étant toujours produites par le passage des vapeurs à travers la lave, qu'elles pulvérisent, la nature des cendres de la Martinique permet d'affirmer que, dans ce volcan, monte une lave très difficilement fluide, et par conséquent très propre à amener, à de certains moments, l'obstruction de l'orifice de la cheminée ; auquel cas, une poussée gazeuse survenant, elle doit chercher une issue latérale.

Ce n'est encore qu'une supposition ; mais cette supposition va devenir une réalité par l'examen des abords du cratère, auquel M. Lacroix a pu se livrer. Dans une première tentative pour atteindre la cime, le savant explo-

rateur avait constaté que le cratère s'ouvrait par une large échancrure au sud-ouest, et que, derrière cette échancrure, on apercevait, appuyé contre les parois verticales du Morne Lacroix, qui domine l'ouverture, un cône ou plutôt un talus de blocs. Grâce à l'incandescence de ces derniers, il était facile de voir qu'ils roulaient les uns sur les autres, et un œil habitué aux manifestations de Santorin, dans l'Archipel grec, n'avait pas de peine à y reconnaître une intumescence de lave pâteuse, en voie de formation.

D'ailleurs, si le cratère était inabordable, tout autour, dans un rayon ne dépassant pas huit cents mètres, on pouvait recueillir des blocs de lave fraîche, d'une grosseur décroissant depuis un mètre cube jusqu'à la dimension du poing. M. Lacroix en a ramassé plusieurs, éminemment instructifs; car l'intérieur était de ponce, et la croûte seule, sur plusieurs centimètres, était en andésite compacte, accidentée par des fissures perpendiculaires à la surface. Ainsi des blocs ignés, à l'état pâteux, ayant été projetés, le brusque refroidissement avait transformé la partie externe de la ponce en andésite, en même temps qu'il y faisait naître des fissures de retrait.

La nature essentiellement visqueuse de la lave à la Montagne Pelée est donc hors de doute. Par là s'expliquent, d'un côté la prédominance des actions explosives, de l'autre l'impossibilité où se trouve la matière pâteuse de s'épancher en coulées sur les flancs du cône, enfin la probabilité d'obstructions, dues à ce champignon de ponce à demi ramollie qui grossit sans cesse au-dessus de la cheminée.

Sous ce dernier rapport, les constatations faites par M. Lacroix, au cours de sa dernière ascension, sont décisives. Cette fois il ne s'agit plus d'un simple talus de ponce, appliqué contre la haute paroi du cratère. Aujourd'hui l'intumescence a si bien grandi qu'elle forme une sorte de chou-fleur à surface irrégulière et hérissée, *dont*

l'altitude dépasse déjà celle de l'ancienne cime. Pour M. Lacroix, cette accumulation (pour laquelle il emploie le mot de *cumulo-volcan*), a la plus grande analogie avec les intumescences visqueuses qu'on a vu surgir, à plus d'une reprise, dans la baie de Santorin.

On comprend aussi que cette lave, qui a tant de peine à sortir, puisse entrer de toutes parts en contact avec les abondantes quantités d'eau que, dans la saison des pluies surtout, on voit s'abattre sur les flancs si perméables de la Montagne Pelée. Alors les gaz, se mélangeant à l'eau de pluie, et à celle qui résulte de la condensation des vapeurs volcaniques elles-mêmes, engendrent ces émissions boueuses, si fréquentes à la Martinique qu'elles avaient induit en erreur la commission de 1851 relativement à la vraie nature du volcan.

La formation du champignon visqueux, dont nous venons de parler, n'est-elle pas de nature à causer des inquiétudes ; et ne doit-on pas craindre qu'un jour l'obstacle ne devienne tel, que la poussée des gaz le fasse sauter en l'air ? auquel cas, ainsi que certains géologues américains s'étaient hasardés à le prédire dès le début, la Montagne Pelée ferait explosion, comme a fait le Krakatoa en 1883. Et ce désastre pourrait entraîner dans les Antilles un ras de marée comme celui de Krakatoa, qui jeta sur les côtes de Java et de Sumatra une vague de 30 mètres de hauteur, pénétrant jusqu'à plusieurs kilomètres dans les terres et faisant périr de 30 à 40 mille personnes.

A cet égard, il serait absolument téméraire d'émettre autre chose que des suppositions. Sans doute, un tel désastre n'est pas inadmissible. Cependant, jusqu'à nouvel ordre, on peut dire que rien ne l'indique. L'expérience acquise à Santorin, en 1866 et 1867, montre qu'une intumescence ignée peut se former, même en pleine mer, sans qu'il en résulte d'explosions violentes. La seule dont Santorin ait gardé des traces, celle qui a couvert l'île

d'une couche de tuf ponceux, est antérieure aux temps historiques. D'autre part la facilité avec laquelle, à plusieurs reprises, les poussées gazeuses de la Montagne Pelée se sont résolues en projections obliques, et le fait que ces projections n'ont jamais entraîné de blocs de lave à plus de 800 mètres, donnent à croire que l'intumescence de ponce livre assez facilement passage aux vapeurs par quelque endroit.

Aussi semble-t-il que le danger soit actuellement limité au territoire même de la Montagne Pelée, où la dévastation, complète dans un rayon de trois kilomètres autour de la cime, peut, par voie de bombardements locaux, s'étendre jusqu'à une dizaine de kilomètres de distance. Le reste de l'île peut, par certains vents, recevoir des pluies de cendres ; mais en général la couche en sera peu épaisse et la pluie aura bientôt fait de la changer en un amendement fertilisant. Quoi qu'il en soit, la prudence exige qu'on se tienne à la distance qui vient d'être indiquée, et que l'activité du volcan soit l'objet d'une surveillance incessante dans les postes d'observation récemment établis par M. Lacroix.

On trouvera peut-être que cette conclusion est trop optimiste, et ne tient pas suffisamment compte des menaces spéciales qu'inflige, aux petites Antilles, leur situation géographique. Il est certain que l'étroit bourrelet qu'elles jalonnent, de part et d'autre duquel le fond de la mer atteint si rapidement des profondeurs de 4000 à 6000 mètres, est un des points dangereux de l'écorce terrestre. Mais il n'en résulte aucunement que les Antilles en général, et la Martinique en particulier, soient menacées d'une destruction prochaine.

Il est même permis de faire remarquer que, sauf d'insignifiants ras de marée et de faibles pluies de cendres, toute l'île, en dehors du cône volcanique proprement dit de la Montagne Pelée, est restée à l'abri des dernières catastrophes. Et cela concorde avec les données géolo-

giques ; car le corps de la Martinique a été édifié par des projections volcaniques antérieures, selon toute apparence, à l'occupation de l'île par les hommes. Les andésites de Fort-de-France et des Pitons du Carbet n'ont rien de commun avec celles du nord, et les orifices qui les ont émises ne sont plus du tout reconnaissables, l'action des pluies ayant, pour les éparpiller, disposé d'une longue suite de siècles.

Au contraire, le cône de la Montagne Pelée garde encore un contour parfaitement circulaire, en contraste avec le dessin plus dentelé des côtes que ce contour prolonge. Il serait presque permis de dire que c'est un hors-d'œuvre très moderne, qui est venu se coller contre l'angle nord-ouest de l'ancienne Martinique, dont les destinées ne sont nullement liées à la sienne. C'est pourquoi, s'il importe de fuir, jusqu'à nouvel ordre, le voisinage de la Montagne Pelée, il n'y a pas lieu de conseiller l'exode du reste de l'île. Tout ce qu'on peut recommander, c'est de se garder contre la possibilité d'un ras de marée exceptionnel, en se tenant à une certaine hauteur au-dessus du niveau de la mer.

En somme, sans la coïncidence désastreuse qui a dirigé contre une grande ville la poussée des gaz, arrêtés par un obstacle dans leur ascension verticale, l'éruption de la Montagne Pelée aurait pu passer pour un épisode tout à fait normal dans l'histoire des volcans alimentés par des foyers de nature andésitique ou ponceuse. Comme partout, il y a eu des phénomènes précurseurs de nature solfatarienne, puis des dégagements de vapeurs, de cendres et de boues. Ensuite, sous la pression de la lave ascendante, le volcan s'est fendu suivant une ligne de moindre résistance, et la lave, trop visqueuse pour profiter de cette fente, s'est contentée d'y envoyer une série d'émanations gazeuses, les unes tranquilles, les autres violentes. Puis la pâte ponceuse, montant toujours, a formé sur l'orifice ancien une intumescence d'importance croissante, qui

tantôt lançait des vapeurs et des cendres vers le ciel, tantôt les obligeait à suivre une issue latérale.

Ce déploiement d'activité n'a été accompagné d'aucun mouvement d'ensemble du sol ; aucun gaz insolite n'a fait apparition, et les manifestations électriques n'ont en rien dépassé la mesure ordinaire. Enfin si la catastrophe a été exceptionnellement meurtrière, c'est surtout parce que le manque absolu d'expérience a empêché les autorités locales de prendre à temps les précautions par lesquelles les existences humaines pouvaient être préservées. Dure leçon, dont il y a lieu d'espérer qu'on saura au moins profiter dans l'avenir !

Si, comme nous en avons la confiance, l'exposé qui vient d'être fait répond à la réalité des choses, on peut juger à quel point l'occasion offerte par l'éruption de la Martinique était mal choisie par quelques-uns, pour essayer de battre en brèche la doctrine du feu central, telle qu'elle est admise par la grande majorité des géologues.

Au contraire, il nous semble que, pour tout esprit impartial, ce qui s'est passé dans cette circonstance apporte une confirmation nouvelle à la théorie qui fait reposer le volcanisme sur la déperdition de l'énergie contenue dans le noyau igné du globe.

Assurément tous les esprits ne sont pas construits de la même façon. Il en est qui se laisseraient trop facilement séduire par les synthèses générales ; et, par contre, d'autres se montrent surtout sensibles aux objections, tout prêts à faire bon marché d'une théorie si elle ne leur fournit pas immédiatement la réponse précise à toutes les difficultés soulevées. Pour nous, estimant que la science a surtout pour fonction d'*ordonner* les faits d'observation, ce qui ne peut se faire qu'en les groupant autour de certaines idées directrices, nous n'admettons le dédain pour les théories que quand il arrive à celles-ci d'être en contradiction formelle avec une expérience reconnue. Si on

ne peut leur reprocher que de laisser subsister certaines obscurités, il en faut simplement conclure que leur expression actuelle est susceptible de perfectionnement. Mais les rejeter systématiquement pour ce seul motif est, à nos yeux, aussi injuste qu'antiscientifique. Et cette injustice éclate surtout quand il s'agit d'une synthèse aussi satisfaisante dans son principe que celle qui nous fait admettre l'existence du feu central.

Si les volcans et les manifestations thermales étaient seuls à en porter le témoignage, on pourrait prétendre qu'il s'agit d'accidents locaux, n'affectant qu'une partie minime de l'écorce terrestre. Mais quelle puissance d'incrédulité ne faut-il pas déployer pour persévérer dans cette opposition, en présence du fait universel de l'augmentation de la température avec la profondeur ? En vain on épiloguera sur le défaut de concordance qu'on peut remarquer entre les diverses expériences. Ou ces défauts sont imputables, dans bien des cas, à l'imperfection des procédés de mesure ; ou la cause en réside dans la très grande différence de conductibilité que peuvent présenter les diverses parties de l'écorce terrestre. Mais quoi qu'il advienne de cette question de détail, le fait qui domine tout, c'est que la chaleur ne cesse d'augmenter à mesure qu'on s'enfonce.

En 1872, le sondage de Sperenberg, alors le plus profond qui eût été exécuté, avait fait reconnaître, à 1269 mètres au-dessous de la surface, une température de plus de 48 degrés centigrades. Il est vrai que les esprits pointilleux, dont nous parlions tout à l'heure, en épluchant la série des expériences exécutées à différentes profondeurs dans le même sondage, avaient cru pouvoir en conclure que le taux de l'accroissement diminuait assez vite pour devenir nul à partir de 1621 mètres. A les entendre, un maximum d'environ 51 degrés serait réalisé en ce point, et au delà on verrait la température diminuer.

Or, peu d'années après, le sondage de Schladebach,

en Saxe, infligeait à ces prédictions un cruel démenti, en montrant que l'accroissement de la chaleur se poursuivait régulièrement jusqu'à 1716 mètres, où la température montait à 56 degrés. Et plus récemment encore, à Paruschowitz en Silésie, l'art du sondeur ayant permis de pousser l'expérience jusqu'à 2003 mètres, on a vu le thermomètre monter jusqu'à 69 degrés centigrades et trois dixièmes. Et cela dans des pays éloignés de tout foyer volcanique connu, susceptible de troubler les résultats par une influence locale.

Quel est le physicien de bonne foi qui, connaissant la mauvaise conductibilité des roches, pourrait attribuer à une action calorifique *extérieure* d'ancienne date ce fait d'une température de près de 70 degrés, réalisée à deux kilomètres de profondeur ? A nos yeux, la question n'est même pas discutable, et il faut un évident parti-pris pour contester que cette augmentation, partout reconnue, aussi bien sous les plaines perpétuellement glacées de la Sibérie que sous les latitudes tropicales, doive être attribuée à une provision de chaleur emmagasinée sous nos pieds, c'est-à-dire à un noyau igné, de diamètre incomparablement plus grand que l'épaisseur de l'écorce. Que ce noyau soit fluide ou que la pression qu'il supporte le place dans les mêmes conditions que s'il était solide, peu importe. Partout où une fracture de l'écorce lui permettra d'échapper à la compression qu'il subit, il reprendra l'état que sa température comporte, c'est-à-dire l'état liquide, et viendra former, dans les parties faibles de l'écorce, des réservoirs capables d'alimenter les volcans.

Ceux-ci ne sont, en réalité, que des appareils de communication permanente, entre les réservoirs ignés et la surface ; appareils établis, sans doute, à la faveur d'un réseau de fentes, et par conséquent en coïncidence constante avec les lignes de dislocation de l'écorce. Voilà pourquoi, à la limite entre les continents, ou parties proéminentes de la croûte solide, et les grands océans ou

parties affaissées, on voit s'échelonner des rangées alignées de volcans, qui tous jalonnent une grande fissure, exactement comme, dans les éruptions du Vésuve et de l'Etna, la fente qui donne issue à la lave est jalonnée par une série de cratères adventifs.

Dans tous les appareils volcaniques, quels qu'ils soient, le fait dominant, essentiel, est l'ascension simultanée de la lave ou pierre fondue et des gaz ou vapeurs qui l'accompagnent. Les deux phénomènes ne sont pas indépendants ; leur liaison est intime. Et comme toujours la montée de la lave dans les cheminées volcaniques est précédée par une violente poussée gazeuse, il est permis de dire que le *volcanisme*, c'est-à-dire l'apparition à la surface du foyer interne d'énergie, a pour cause essentielle la *tendance des gaz mélangés à la matière ignée à se séparer d'elle*, ce qu'ils ne peuvent faire qu'en l'entraînant partiellement avec eux.

Nous savons bien que beaucoup de personnes, même parmi les hommes de science, persistent à regarder les gaz et les vapeurs comme fournis aux volcans par les infiltrations de la mer, infiltrations qui seraient précisément la cause des éruptions. Mais si l'on comprend que l'eau ainsi infiltrée se vaporise au contact de la lave, on ne comprend plus du tout qu'une fois vaporisée et pourvue d'une énorme tension, elle ne retourne pas à l'état de vapeur dans les orifices mêmes qui l'ont amenée, au lieu d'aller choisir, pour déboucher au dehors, certains évents situés à plus de 4000 mètres d'altitude. On comprend encore moins qu'elle entraîne avec elle une lave incomparablement plus dense et la contraigne à monter jusqu'à la surface, alors que sa pression tendrait plutôt à la refouler dans l'intérieur

Mais, quoi qu'on puisse penser de cette hypothèse au point de vue théorique, il est un fait qui suffit à nos yeux pour la ruiner. Si la pénétration des eaux marines était la cause des éruptions violentes, celles-ci devraient sur-

tout se produire sur les volcans situés en pleine mer, et être beaucoup plus rares à grande distance des côtes.

Or c'est précisément l'inverse qui arrive. Les volcans où les manifestations explosives ont le plus d'intensité sont ceux des Andes, dont la plupart sont situés, par des altitudes considérables, *à deux cents ou deux cent cinquante kilomètres* de la côte. Au contraire, il existe, en plein Océan Pacifique, un volcan qui, de mémoire d'homme, n'a jamais eu de projections violentes, et a réussi à construire au milieu des flots, par la tranquille accumulation de ses coulées, une masse dont le sommet dépasse quatre mille mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est le Mauna Loa des îles Sandwich, célèbre par le lac de lave de Kilauea, qui s'ouvre à l'air libre sur ses flancs. Toute l'île d'Hawaïï, que ce volcan couronne, est faite de laves semblables, et la masse ainsi édifiée est tellement considérable, qu'elle égale presque, à elle seule, tout le volume des coulées émises, depuis les temps historiques, par l'ensemble des volcans actifs connus. Nulle part on n'y voit de matériaux de projection.

La raison de cette différence est bien simple : Les volcans des Andes (comme ceux de Java, si remarquables par leurs manifestations explosives), émettent une lave de nature andésitique ou trachytique, c'est-à-dire très visqueuse, de sorte qu'elle ne forme jamais ou presque jamais de coulées, et met obstacle à la libre expansion des gaz. Au contraire, la lave des îles Sandwich est le *basalte* le plus fusible qu'on connaisse. Sa fluidité est telle, que le vent, soufflant à la surface du fameux lac de lave de Kilauea, lui enlève de fines gouttelettes, qui se solidifient en larmes bataviques, dont la rupture répand dans l'air des filaments vitreux, les « cheveux de la déesse Pélé », comme disent les naturels de l'île. Une telle lave n'empêche jamais le dégagement des vapeurs, qui sortent en liberté sans jamais provoquer d'explosions.

Depuis la lave ponceuse jusqu'au basalte des îles Sand-

wich, tous les degrés de fusibilité se rencontrent dans les réservoirs de matière ignée. Aussi les volcans actifs forment-ils, par le caractère de leurs manifestations, une série continue, depuis le Mauna Loa, si tranquille, jusqu'à ce terrible Sangay, situé dans la République de l'Équateur, où, depuis un temps immémorial, se succèdent de quart d'heure en quart d'heure de violentes explosions, rendant les abords de la montagne inaccessibles jusqu'à une grande distance. Le Vésuve et l'Etna sont des types intermédiaires, où la lave est assez fusible pour couler, mais pas assez cependant pour que sa résistance ne provoque de temps à autre des explosions, surtout après une longue période de repos, pendant laquelle les cheminées ont pu s'obstruer.

Il reste à démontrer que c'est bien à la lave même que les gaz sont incorporés, qu'ils ne viennent pas d'une source extérieure et sont, comme la pierre fondue, emmagasinés dans la masse ignée interne. C'est ce que démontre jusqu'à l'évidence l'examen des fumerolles.

Aussitôt que le paroxysme explosif a cessé, dans un volcan comme le Vésuve ou l'Etna, et que la lave a atteint le sommet du cratère, la pression qu'elle exerce fait éclater le cône volcanique, formé de cendres et de scories, c'est-à-dire de matériaux incohérents. Il s'y ouvre donc une fente, ou plutôt une zone de fissures, par où la lave réussit à s'échapper en une coulée qui descend sur les flancs du cône. Or, sur les lèvres de la fente, comme sur les bords de la coulée, on voit immédiatement naître ce qu'on appelle des *fumerolles*, c'est-à-dire de petits nuages de vapeurs blanchâtres, qui, au lieu de s'échapper en tourbillons tumultueux, se dégagent lentement, attestant, comme l'ont dit MM. Charles Sainte-Claire-Deville et Fouqué, un phénomène d'*évaporation tranquille*. C'est une sublimation qui s'opère aux dépens de la lave, perdant, à mesure qu'elle se refroidit, les gaz qu'elle tenait en dissolution.

Ces gaz, on a pu les recueillir, et constater qu'ils formaient une suite réglée d'émanations, depuis le chlorure de sodium en vapeurs jusqu'à la vapeur d'eau et à l'acide carbonique, en passant pas les acides du chlore et du soufre. C'est la diminution de la température et de la pression qui cause leur départ, et la vapeur d'eau y joue, en quantité, un rôle prédominant.

Il faut donc renoncer à cette idée, que les réservoirs internes contiendraient seulement de la pierre fondue, mélange de silicates de fer, chaux, magnésie, potasse et soude. Les gaz et vapeurs y jouent un grand rôle. Emprisonnés dans la masse ignée, ils tendent à sortir lorsque se trouvent réalisées certaines conditions de température, de pression ou d'équilibre chimique. De la même façon, l'argent fondu retient énergiquement l'oxygène de l'air, et ne l'abandonne que quand sa solidification va commencer. Aussi, dans les essais de minerais d'argent par le procédé de la coupellation, voit-on souvent éclater le bouton métallique au moment où, presque refroidi, il allait pouvoir être retiré de la coupelle et pesé. C'est que, sous la pellicule externe déjà formée, de l'oxygène est demeuré, et quand il veut enfin sortir, il faut qu'il crève l'enveloppe, ce qui amène ce qu'on appelle le *rochage*, c'est-à-dire la perte par explosion de tout le bouton.

Il n'y a donc pas, à notre sens, à chercher de causes externes pour les paroxysmes volcaniques. Ils ont lieu quand les gaz de la lave cherchent à sortir, et celle-ci monte avec eux, un peu comme le lait monte dans nos appareils de cuisine. On en a la preuve jusque dans les éruptions tranquilles, comme celles du Mauna-Loa. Quelques explorateurs ont eu la rare fortune de se trouver au sommet de la montagne lors d'une éruption du cratère terminal. Là, ils ont été témoins d'un spectacle magnifique, qu'ils ont non seulement décrit, mais photographié (1).

(1) Ces photographies ont été reproduites dans l'AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE, au cours d'un article de J. D. Dana sur le volcan d'Hawaïï.

La lave sort en bouillonnant par une chaudière à près de 4000 mètres d'altitude, pour descendre de là en une gigantesque coulée. Au moment où elle débouche, d'énormes bulles de vapeur la soulèvent et font naître, à sa surface, de véritables fontaines jaillissantes qui, la nuit, produisent un feu d'artifice grandiose. La pluie de feu se solidifie par fragments en tombant, et les gouttelettes ainsi figées s'entre-choquent en faisant entendre un cliquetis métallique. Est-il rien de plus décisif pour attester que les gaz font partie de la lave, montent avec elle, ou plutôt la font monter avec eux, et s'en dégagent librement lorsque celle-ci est assez fluide pour ne pas gêner leur sortie ?

En tout cas, la condition principale de la sortie des gaz, c'est la diminution de pression, jointe au refroidissement. Ces deux conditions sont réalisées à l'extérieur des volcans ; aussi les coulées une fois refroidies ne laissent-elles voir que des éléments de nature silicatée et pierreuse. Mais si la matière fondue a été obligée de se refroidir sous pression, avec une grande lenteur, et en gardant ses vapeurs, elle prend une composition différente. Non seulement son état cristallin est beaucoup plus prononcé, mais on y voit apparaître des minéraux dont la composition trahit le chlore, le soufre, l'acide carbonique, c'est-à-dire ces dissolvants gazeux ou liquides qu'une sortie à l'air libre eût infailliblement fait évaporer. De cette façon, on peut imaginer toutes les transitions possibles entre les vraies laves, compactes ou scoriacées, à cristallisation confuse, et des roches de texture granitique, où les apparences dues à la chaleur s'effacent complètement devant les traces d'une action chimique prépondérante, à laquelle la pression a fait revêtir les caractères ordinaires des produits de la voie humide.

Cette synthèse, dont Élie de Beaumont a depuis longtemps formulé les traits fondamentaux, est si simple et si belle, qu'on se demande comment elle peut n'être pas universellement acceptée. Affaire de tempérament, sans doute ! Quant à nous, elle nous semble de plus en plus

lumineuse, et ce n'est pas l'épreuve à laquelle les événements de la Martinique l'ont soumise qui nous y fera renoncer. Bien au contraire.

Du reste, juste au moment où ces lignes sont écrites, il nous arrive, pour corroborer notre thèse, un écrit fort opportun de M. Édouard Suess, l'illustre géologue viennois, l'auteur si justement renommé de *La Face de la Terre*. C'est la question des sources chaudes (1) qui a motivé cette démonstration. Il existe chez beaucoup de géologues une tendance à ne voir, dans les sources, même très chaudes, que le produit d'infiltrations de la surface, qui ont pénétré assez bas pour subir l'échauffement des couches internes, et que des causes diverses font remonter à la surface avec la température ainsi acquise.

Or, M. Suess remarque, dans les sources chaudes, comme celles de Carlsbad, l'existence de *pulsations rythmées*, que la pression hydrostatique est absolument incapable d'engendrer. Il rapproche ces pulsations de celles qu'on observe très souvent dans les éruptions volcaniques, où les dégagements de vapeurs et les projections peuvent affecter un rythme régulier, comme celui des geysers. Remarquant le rôle considérable que joue la vapeur d'eau dans le volcanisme, il admet que cette vapeur est, en majeure partie, originaire du foyer interne, de sorte que, *bien loin que les produits gazeux des volcans soient alimentés par des infiltrations marines*, on peut dire que *chaque éruption contribue à augmenter le volume de la mer*, en l'enrichissant à la fois en eau et en chlorure de sodium.

La conclusion de M. Suess est telle, que nous nous plaisons à la reproduire textuellement : « Les fumerolles les plus sèches et les plus chaudes, les gîtes d'étain engendrés par sublimation, les pluies salées du Vésuve et le sel minéral exploité à Altensalza, *les vapeurs chaudes*

(1) *Ueber heisse Quellen, Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte*, 1902.

qui récemment, à la Martinique, ont brûlé les corps de tant de malheureux sans enflammer leurs vêtements, enfin les sources thermales bienfaisantes qui sortent sous nos yeux, et auxquelles nous demandons la guérison de nos maladies, sont des anneaux isolés d'une même et unique chaîne de phénomènes. C'est la continuation d'un processus inachevé, celui du *départ des gaz, contenus dans le noyau terrestre*, processus semblable à celui qui se poursuit dans les facules solaires, comme dans le refroidissement de toute masse importante d'acier. »

Admettre que les éruptions volcaniques dépendent essentiellement d'une cause profonde, la tendance au départ des gaz du noyau, c'est, du même coup, enlever toute base sérieuse aux conceptions qui, pour les paroxysmes, font intervenir des causes extérieures : non seulement l'infiltration marine, que nous avons déjà discutée, mais l'attraction combinée du soleil et de la lune.

La notion de marées internes, qu'on a souvent mise en avant, nous semble inapplicable à la masse ignée. D'abord, en raison du taux connu de l'augmentation de la température avec la profondeur, ce ne peut guère être qu'à cinquante ou soixante kilomètres sous nos pieds que régnerait la chaleur nécessaire à la fusion des roches. On se figure difficilement que les volcans puissent s'alimenter directement, par une cheminée plus ou moins étroite, à une nappe aussi profonde. Il est bien plus naturel d'admettre qu'il s'est créé de longue date, dans les parties faibles de l'écorce, des réservoirs d'une certaine importance, restés sans doute en relation avec le noyau commun, mais constituant, à moindre distance de la surface, des amas suffisamment indépendants les uns des autres. On s'expliquerait bien ainsi la différence d'allure des divers districts volcaniques, ainsi que l'élaboration qui s'est accomplie, à travers les âges géologiques, au-dessous de la plupart des centres éruptifs, en permettant l'arrivée à la surface, sui-

vant les temps, de laves tantôt fluides, tantôt visqueuses, et inégalement chargées de principes actifs.

Or des marées luni-solaires ne se produiraient pas dans des réservoirs localisés. D'autre part, la nappe d'alimentation fût-elle unique que sa profondeur ne lui permettrait pas de se comporter comme une masse fluide ; car la pression qui règne à cinquante kilomètres doit amener une matière ignée, quelle que soit sa température, à un état pratiquement identique avec celui d'une matière solide. D'ailleurs les astronomes ont depuis longtemps établi que le globe se comportait comme si sa masse était entièrement rigide, et les sismologistes considèrent que les tremblements de terre se propagent à travers cette masse de telle façon, qu'on doit lui attribuer une rigidité beaucoup plus grande que celle du granite.

Encore ces raisons théoriques, si fortes qu'elles soient, pâlissent-elles devant un fait d'expérience décisif : à savoir, la complète inaptitude de certains volcans à subir aucune influence luni-solaire.

Ainsi le célèbre lac de lave de Kilauea, aux îles Sandwich, persiste des années entières sans altération, procurant toutes les nuits aux visiteurs le même et inoubliable spectacle. Puis, de temps en temps, il se vide, la lave ayant trouvé quelque issue cachée vers la mer, et des mois se passent avant qu'il se remplisse de nouveau. Ni les syzygies ni les quadratures n'influent en rien sur son activité. Inversement, la violence du Sangay n'éprouve jamais de rémission. Aucune situation réciproque du soleil et de la lune ne le calme ni ne l'excite. Et de son côté, le Stromboli, le type achevé d'une activité qu'on a qualifiée de mode *strombolien*, et qui consiste dans un bouillonnement, constant mais tranquille, de vapeurs accompagnant l'émission paisible de la lave, le Stromboli, disons-nous, n'a pas changé d'allure depuis les temps historiques, demeurant absolument insensible aux évolutions des astres qui causent les marées de nos océans.

Concluons donc que l'idée de faire intervenir le soleil

et la lune dans les paroxysmes est inspirée surtout par le désir immodéré de mettre en lumière une périodicité qui permette de formuler des prévisions. Mais cette manie prophétique ne demande pas à être encouragée, et les statistiques par lesquelles on cherche à l'étayer perdent toute signification, du moment qu'il existe, à tous les degrés de l'échelle, des volcans invariables dans leur manière d'être. Ce n'est pas à l'heure où la prévision des circonstances météorologiques est encore si peu avancée, qu'on peut se flatter de découvrir une périodicité dans les éruptions. Les coïncidences qu'on a cru parfois remarquer n'ont d'autre cause que le hasard, et c'est bien perdre son temps de vouloir fonder là-dessus des systèmes scientifiques.

On estimera peut-être que cette conclusion n'est pas consolante et qu'il est douloureux d'ajouter, au sentiment des dangers qui menacent l'humanité, l'aveu de notre impuissance à les prévoir. Quelques-uns s'en autoriseront pour lancer, comme c'est assez de mode dans certains milieux, des imprécations contre la brutalité des forces naturelles et le sauvage acharnement qu'elles déploient par moments contre notre espèce.

Pour se préserver de cette tentation, même sans faire appel au sentiment religieux, il suffira de considérer plus attentivement le rôle que jouent, dans l'économie de la Création, certains phénomènes dont nous n'envisageons aujourd'hui que le côté désastreux. Ce serait une grande illusion de croire que l'idéal doive consister dans le retour paisible et régulier des saisons, ramenant tour à tour et la pluie qui féconde et la chaleur qui mûrit les semences, sans que jamais aucune manifestation de l'énergie interne vienne troubler cette tranquille harmonie.

Les eaux courantes, sans lesquelles toute vie serait impossible, n'accomplissent leur œuvre, éminemment bienfaisante pour la terre ferme, qu'à la condition de prélever sur celle-ci un tribut, sous la forme des menues parcelles

qu'elles charrient et que, de proche en proche, les ruisseaux, les rivières et les fleuves entraînent dans l'océan. Ce tribut nous paraît négligeable, et nous le payons sans la moindre inquiétude, parce que, à travers bien des générations successives, son effet demeure insensible sur le paysage. Cependant, à la longue, il acquiert une tout autre importance. L'histoire du globe se compte par bien des milliers de siècles, et on peut calculer qu'il n'en faudrait pas beaucoup, de ces milliers, pour que le jeu, indéfiniment prolongé, des eaux courantes et des vagues eût entièrement raison du relief de nos continents.

Si, depuis l'origine, cette action s'était poursuivie sans trouble, il y a longtemps, bien longtemps, que la terre ferme eût cessé d'exister. S'il n'en a pas été ainsi, si notre globe a traversé une longue série de périodes, pendant lesquelles de nombreuses générations d'animaux et de plantes se sont succédé à sa surface ; si, par cette lente élaboration, la terre a pu devenir apte à servir de demeure à l'humanité, c'est parce que l'énergie interne n'a cessé d'être à l'œuvre, pour contrebalancer l'œuvre de destruction des agents extérieurs. Par elle, le relief de la terre ferme, constamment menacé par les eaux courantes, a été périodiquement rajeuni ; soit parce que des masses de laves venaient s'ajouter à la surface ; soit parce que l'écorce, se déformant à mesure que le noyau se contractait, voyait naître de nouvelles rides montagneuses à la place de celles que l'érosion avait rabotées.

Gardons-nous donc de maudire les phénomènes volcaniques ; car sans eux nous n'existerions pas. Que le souvenir de ce bienfait contrebalance dans notre esprit l'irritation que certaines catastrophes sembleraient justifier, alors surtout que, par une étude plus attentive des phénomènes de ce genre, nous pouvons espérer, non de les empêcher, mais d'en réduire par de sages précautions les effets destructeurs.

A. DE LAPPARENT.

SUR UNE TRIPLE ALLIANCE NATURELLE

Dans nos recherches sur les forces mystérieuses qui s'exercent entre les particules des corps, nous avons toujours tenu compte du degré de cohésion et de mobilité relative de ces particules. Heureusement il est aisé de constater, à cet égard, des différences essentielles ; en effet, une pierre qui tombe, une goutte de pluie, un courant d'air, voilà certes trois phénomènes que tout le monde a observés. Hé bien ! malgré leur vulgarité, ils suffisent pour montrer que l'état de la matière peut être solide, liquide ou gazeux. Après avoir établi cette distinction si simple, nous pouvons nous proposer d'étudier le rôle joué dans la nature par la matière sous chacun de ces trois états. C'est ce que nous avons tâché de faire succinctement en 1880 pour la gouttelette d'eau, en 1894 pour le grain de poussière, enfin en 1895 pour la particule d'air.

A propos de l'histoire succincte d'un grain de poussière (1), nous avons rapporté quelques-uns de ses exploits dans nos demeures, dans nos salles de réunion, dans les fabriques et dans les mines ; nous avons signalé les dangers auxquels expose parfois la trop grande multiplicité des parcelles solides flottant dans une enceinte ; puis nous avons indiqué les services rendus par les grains de poussière impalpables dans la diffusion de la lumière.

En décrivant les voyages et les métamorphoses d'une

(1) *Quelques pages de l'histoire d'un grain de poussière* (REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2me série, t. VI, juillet 1894, p. 17).

gouttelette d'eau (1), nous avons pu prouver qu'elle exerce un pouvoir étonnant sur terre et sur mer ; en effet, c'est elle qui contribue à couronner les cimes des montagnes, à arroser et à féconder les vallées ; c'est elle qui travaille sans cesse au développement des plantes et des animaux et assure le bien-être de l'humanité ; c'est elle encore qui apporte sa petite part pour embellir les tableaux de la nature, soit en dessinant les riches couleurs de l'arc-en-ciel, soit en offrant à nos yeux ravis le spectacle des feux de l'aurore et du crépuscule ; c'est elle enfin qui, portée par les vents ou par les flots, va répandre partout ses innombrables bienfaits.

Quant à la particule d'air (2), nous avons pu la dépeindre comme un être rachetant son inconcevable petitesse par sa profusion surprenante dans l'atmosphère ; ou comme une digne travailleuse qui sans cesse distribue les éléments nécessaires à l'épanouissement de la plus modeste fleur et à la croissance des arbres les plus gigantesques ; ou comme une nourricière infatigable qui pénètre jusqu'au fond des mers pour y répandre la vie, et se renouvelle dans tous les climats pour y entretenir la respiration des hommes et des animaux ; ou comme une fée dont le pouvoir magique tient suspendues au-dessus de nos têtes, d'une part les légions de poussières diffusant la lumière dans tous les sens, de l'autre les brouillards et les nuages destinés à verser partout le bien-être et la fécondité ; ou enfin comme une artiste invisible qui tantôt transmet à notre oreille la faible voix d'un enfant, le doux chant d'un oiseau ou le léger murmure d'une fontaine, tantôt propage au loin les sons majestueux d'une cloche, les formidables bruits du tonnerre ou les mugissements terribles de la tempête.

(1) *Voyages et métamorphoses d'une gouttelette d'eau* (BULLETIN DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, t. L, 1880, p. 425).

(2) *Quelques exploits d'une particule d'air* (BULLETIN DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, 3me série, t. XXX, déc. 1895).

Mais si l'étude de chacune de nos trois héroïnes présente en elle-même un très vif intérêt, il n'est guère moins utile de les considérer dans leurs rapports pour ainsi dire permanents ; à ce point de vue, et en n'ayant égard qu'aux effets physiques, nous constatons qu'elles travaillent toujours ensemble dans tous les corps de la nature ; car il n'y a pas un seul solide libre auquel n'adhèrent point des particules d'air et de vapeur d'eau ; d'autre part, la moindre goutte d'eau contient une infinité de particules gazeuses et de parcelles solides, soit en dissolution, soit en suspension ; enfin, ce qui n'est pas moins remarquable, c'est que l'atmosphère contient des quantités prodigieuses de parcelles solides et de vapeur d'eau. C'est pourquoi nous avons le droit de déclarer que les petits êtres dont nous nous occupons, forment entre eux une triple alliance naturelle que rien ne peut rompre, et qui a bravé impunément les siècles, parce qu'elle existe en vertu des lois établies par le Créateur.

Mais, on le conçoit sans peine, le sujet est tellement vaste que nous devrons nous borner à signaler quelques rapports plus ou moins curieux et importants entre les membres de la triple alliance. Pour plus de facilité, nous partirons successivement d'un corpuscule solide, d'une gouttelette d'eau et d'une particule d'air.

Comme premier objet de notre étude, soit, par exemple, un grain de sable bien sec, et amenons-le sur le porte-objet d'un bon microscope. Quel aspect présentera-t-il ? Regardez, vous verrez le plus souvent un petit solide limité par des surfaces arrondies, sans creux ni saillies ; c'est sans doute alors un fragment qui a été ballotté en tous les sens par les vagues de la mer contre le sable d'une plage. Cette apparence nous permet-elle de prévoir la moindre attraction du grain solide sur une matière aussi ténue que l'air, ou sur une substance plus légère encore, comme la vapeur d'eau ? Assurément non, et cependant cette action s'opère en réalité.

Pour nous en convaincre, demandons-nous si le grain de sable est réellement constitué de la même manière à l'intérieur et dans les portions superficielles. D'après les résultats de très nombreuses observations, nous sommes forcés d'admettre que tout se passe comme si les plus petites particules du grain de sable s'attiraient d'autant plus fortement qu'elles sont plus rapprochées, sans toutefois pouvoir jamais se toucher. S'il en est ainsi, le grain de sable peut être comparé à un ensemble de corpuscules entourés d'un milieu élastique et reliés entre eux par des ressorts idéaux qui tendent à les rapprocher jusqu'à ce que l'élasticité du milieu interposé y mette obstacle. Or il va de soi qu'à l'intérieur chaque corpuscule sera attiré par un nombre plus grand de ressorts que dans le voisinage immédiat de la surface même. Nous devons conclure de là que la force élastique développée par le rapprochement des molécules est plus grande à l'intérieur du grain de sable que dans la couche superficielle ; par conséquent les particules du grain distribuées dans cette couche sont repoussées, et s'écartent ainsi de plus en plus entre elles vers le dehors. En d'autres termes, le grain de sable est entouré d'une sorte de gaine formée par des molécules de plus en plus espacées entre elles jusqu'à la surface limite où les distances intermoléculaires sont les plus grandes. Les recherches très patientes des physiciens ont permis d'avancer que cette gaine élastique n'a qu'une fraction infime de millimètre d'épaisseur. D'après Plateau et Quincke, elle est inférieure à $\frac{1^{mm}}{20\,000}$; d'après des travaux plus récents, elle serait bien plus petite encore.

Mais, dira-t-on, qu'importe cette couche si mince que les plus puissants microscopes sont incapables de rendre manifeste ? Oh ! ne la dédaignons pas ! assurément la couche est d'une ténuité excessive, mais n'en remplit pas moins un rôle d'une importance capitale. En effet, le grain de sable est soumis en tous ses points libres à la pression

de l'air atmosphérique, c'est-à-dire d'un fluide contenant des millions et des milliards de particules d'azote, d'oxygène, d'acide carbonique, de vapeur d'eau, d'argon, etc. Cédant à la pression qui les sollicitait, ces parcelles gazeuses doivent s'être lancées dans les intervalles invisibles des molécules formant la gaine du petit solide, et s'être frayé un passage à travers des pores innombrables, si bien qu'en un temps très court, il s'est développé un réseau très fin, il est vrai, mais néanmoins fort résistant.

Ce que nous venons de dire s'applique évidemment à la surface de tous les corps solides exposés à l'air libre : tous sont recouverts d'une couche formée, du moins en partie, de vapeur et de gaz. Il est fort heureux pour nous que ce réseau superficiel soit fort difficile à enlever : car c'est lui qui nous permet de toucher un objet quelconque sans que nos doigts y demeurent plus ou moins collés ; c'est grâce à lui que nous pouvons marcher sans éprouver une adhésion trop forte au sol ; en un mot, c'est lui qui nous met à même de nous livrer à toutes sortes d'occupations sans avoir à craindre une attraction fâcheuse entre notre corps et nos instruments de travail. Même si la surface d'un corps solide est parfaitement lisse, elle est toujours couverte d'une couche composée de particules solides, liquides et gazeuses, couche dont tout le monde profite et à laquelle presque personne ne songe, précisément parce qu'on ne soupçonne tout d'abord ni sa présence, ni son mode d'action.

Mais si la surface est plus ou moins striée ou rugueuse, il se produit une particularité fort inattendue que nous n'hésitons pas à rappeler ici : c'est que la vapeur d'eau répandue dans l'air se condense d'autant plus facilement dans une cavité que celle-ci est moins large. Cette proposition démontrée par l'illustre physicien anglais, Lord Kelvin, explique immédiatement les faits observés avec les substances hygroscopiques, telles que les cordes de chanvre, les étoffes de coton, de laine, de soie, les cordes

de violon, les poils des animaux, les cheveux, etc. Toutes ces substances présentent effectivement des fentes minuscules ou des ouvertures à peine visibles ou même invisibles, qui absorbent aisement la vapeur d'eau à une température supérieure à celle pour laquelle la condensation a lieu sur un corps très lisse.

Parfois cette absorption donne lieu à de réels désagréments. Voyez, par exemple, ce virtuose exécutant un concerto de violon devant un brillant auditoire, et arrêté soudain par la rupture d'une corde de son instrument ; très souvent c'est un méfait de la grande quantité de vapeur répandue dans la salle ; car la corde est formée de différents brins tordus, que l'humidité allonge et épaissit, ce qui rend la corde tout entière plus grosse ; mais dès lors, les brins ne peuvent plus décrire le même nombre de spires sans éprouver une traction suffisante pour amener la rupture.

Nous n'en finirions pas si nous voulions énumérer la plupart des cas où s'applique la formule de Lord Kelvin ; bornons-nous à rappeler quelques faits bien simples. Exposez, pendant quelque temps, à l'air libre, après le coucher du soleil, une étoffe quelconque ou un livre ouvert, et vous ne manquerez pas de sentir l'effet de l'humidité qui a imprégné toutes les portions superficielles de l'étoffe ou des deux feuillets du livre ouvert. Nous ne parlons que d'un livre ouvert ; faut-il en conclure que les livres fermés sont indemnes sous le rapport que nous considérons ? Hélas ! non, car nous savons tous combien les ouvrages rassemblés dans les bibliothèques courent le danger de contracter de nombreuses taches à l'intérieur ; c'est toujours la particule de vapeur qui s'insinue dans les minces couches d'air séparant les feuillets des livres, et détermine ainsi le développement des germes microscopiques attachés à ces feuillets.

Si un simple filament d'un tissu quelconque éprouve les effets de l'humidité, comment pourrions-nous être surpris

de notre grande sensibilité à l'égard de l'état hygrométrique de l'air ? Le moindre pore de l'épiderme de notre corps, la plus petite ride de notre visage soutire aisément la vapeur d'eau, ce qui gêne la transpiration cutanée, dès que la température est voisine du point de saturation de l'espace ambiant ; dès lors les myriades de poussières voltigeant partout autour de nous peuvent se loger sans peine dans les réceptacles minuscules de notre corps. Voilà la théorie physique de l'utilité des bains prescrits par l'hygiène.

Qui ne connaît les figures parfois si bizarres, dessinées par le dépôt d'humidité congelée sur les carreaux de vitre de nos appartements ? D'où provient le défaut d'uniformité de ce dépôt, et par conséquent le charme particulier des figures plus ou moins fantastiques auxquelles ce défaut donne lieu ? D'après nos expériences, tout nous porte à croire que le phénomène est dû à ce que certaines portions du verre sont couvertes de poussières de toute espèce, tandis que, sur d'autres, il s'en trouve fort peu ou pas du tout ; dans ces conditions, la vapeur doit se déposer le plus promptement sur les corpuscules offrant des espaces très capillaires ; dès lors, quoi de plus naturel que la congélation de ces infimes gouttelettes liquides, et, sur les petits cristaux de glace ainsi formés, la condensation de nouvelles quantités de vapeur qui sont congelées à leur tour ? Belle preuve de l'action combinée de nos trois ouvrières minuscules.

Faut-il rappeler ici ce que nous avons avancé il y a douze ans, savoir que les toiles peintes se détériorent bien plus sur la face postérieure constituée par un tissu offrant mille et mille espaces capillaires, que sur la face peinte et recouverte d'un vernis ? La théorie indique clairement qu'avant d'exposer des tableaux dans des musées, dans des églises, en général dans des locaux où peut régner beaucoup d'humidité, il faudrait prendre des précautions qu'on néglige toujours. Pour empêcher l'altéra-

tion très lente, mais continue que produit la vapeur d'eau dans le tissu des toiles peintes, il serait fort utile de vernir la face postérieure préalablement séchée et de remplir ainsi tous les petits intervalles de la matière textile. Craignez-vous de modifier les teintes du tableau, tendez en arrière et très près de la toile un tissu imperméable et empêchant autant que possible l'accès de la vapeur d'eau.

Ce qui confirme pleinement, selon nous, la justesse des observations précédentes, c'est que, parmi les tissus qui ont résisté le mieux aux injures du temps, nous pouvons citer les minces bandelettes entourant la tête des momies égyptiennes, et offrant encore de la cohésion même après que les cadavres exposés à l'air sont tombés en poussière. Si ces bandelettes ont pu se conserver pendant une longue suite de siècles, c'est qu'elles avaient été imprégnées d'une espèce de vernis végétal.

N'avons-nous pas là une garantie suffisante pour engager toutes les personnes qui désirent conserver un tissu quelconque, et spécialement les toiles peintes, à mettre également à profit un procédé aussi excellent, et dont le seul défaut consiste peut-être en ce qu'il est préconisé, non par un peintre, mais par un physicien ?

Les exemples déjà cités rendent bien manifeste la cause des accidents qui surviennent à la longue, quand on a accroché des cadres à l'aide de cordelettes à des crampons de fer fixés dans un mur. Pour chaque cordelette, un jour arrive où, à force d'être rongée par la rouille développée sans cesse aux points de contact avec le fer, elle perd en ces points toute solidité, ce qui amène la chute inopinée du cadre. Rien de plus aisé que d'éviter de pareils mécomptes : il suffit de proscrire l'emploi de cordelettes, ou d'empêcher leur contact avec le fer.

Mais il convient maintenant de décrire des faits plus importants où se dévoile fort bien la triple alliance que nous étudions. — Considérons un champ bien labouré ;

chaque poignée de terre est évidemment composée d'une infinité de parcelles solides séparées les unes des autres par des gaines moins denses, où se trouvent mêlées, comme nous l'avons déjà dit, des particules solides, liquides et gazeuses. Mais là ne se borne pas l'action combinée de nos petites alliées. En effet, s'il survient une pluie capable d'imbiber le sol jusqu'à une profondeur de quelques centimètres, il se produit un phénomène qu'on a sans doute mille et mille fois observé, mais dont on n'a pas donné, que nous sachions, une explication précise. Les molécules qui composent les gaines sont trop écartées pour qu'il s'exerce entre elles une attraction sensible ; les particules extrêmes tendent même à s'échapper dans le milieu ambiant ; mais du moment où l'eau s'est engagée dans les intervalles, de manière à constituer autour de chaque grain une couche mouillante, l'ensemble des couches ainsi formées obéit à la cohésion propre du liquide, et comme l'eau adhère bien plus fortement au sol que l'air, tous les grains sont collés les uns contre les autres bien plus étroitement que dans la terre sèche. Et qu'en résulte-t-il ? C'est que le volume du sol légèrement imbibé est sensiblement moindre que celui du sol bien divisé et sec.

Voilà assurément un exploit assez curieux de nos alliées ; mais en voici encore un autre que tout le monde connaît et dont nous croyons utile d'indiquer la cause probable ; lorsque le sol a été bien imbibé et soumis ensuite à une dessiccation suffisamment prolongée, le liquide des couches mouillantes s'évapore peu à peu, ce qui force les grains à se resserrer de plus en plus ; de cette manière, le volume des tranches supérieures du sol diminue sans cesse ; la terre finit par devenir tellement compacte que dans l'ensemble il se produit nécessairement des crevasses plus ou moins larges et profondes ; voilà comment naissent ces mottes de terre à forte cohésion qui font parfois le désespoir du cultivateur, tant elles exigent de labeur

avant que le sol redevienne bien meuble et propre à donner libre accès à l'air et à l'eau sur toute l'étendue du champ.

L'inconvénient que nous venons de signaler est compensé par un fait très favorable à la végétation : après une longue sécheresse, le sol se serre contre les racines des plantes, lesquelles peuvent alors absorber pendant longtemps l'humidité répandue dans la terre. Tous les cultivateurs savent du reste combien le sarclage est difficile par un temps sec, tandis qu'on arrache aisément les mauvaises herbes quand le sol est suffisamment mouillé.

Posons-nous actuellement une question intéressante : est-ce que l'eau formant une couche mouillante est constituée comme l'eau ordinaire ? La plupart des physiciens disent oui ; mais il y a bien des années que nos expériences nous ont conduit à une réponse négative : nous appuyant à la fois sur nos calculs et sur de nombreux faits, nous avons conclu que l'eau mouillant un corps solide est dans un état de condensation plus prononcé que celle de l'intérieur de la masse. Et quoi d'étonnant ? Les particules extrêmes des corps solides exercent contre celles de l'eau des chocs énergiques, malgré l'excessive minceur des couches en présence ; il s'ensuit que la densité de la couche mouillante, composée à la fois de molécules solides et de particules liquides, devient plus forte que celle de l'intérieur.

Cette conclusion nous permet d'expliquer de nouvelles manifestations bien curieuses qui accompagnent toujours l'imbibition et qui sont dues au travail de condensation exécuté par nos trois alliées. C'est d'abord un dégagement de chaleur d'autant plus marqué que la terre est plus divisée, et par conséquent, que la somme des surfaces mouillées est plus grande. A l'appui de cette assertion, je puis citer les nombreuses expériences faites en 1822 par Pouillet, sur des corps inorganiques ou organiques ; parmi les premiers, ce sont les corps les plus poreux, tels que

l'argile, la brique, qui se sont le plus échauffés ; mais les matières organiques, végétales ou animales, ont donné des résultats bien plus frappants : ainsi le papier desséché, puis imprégné d'eau, a pris une élévation de température de 4°,5 ; la racine d'iris de 6°,12, l'amidon de 9°,7 ; enfin des membranes animales très minces se sont échauffées de près de 10°.

Ces expériences ne nous font-elles pas comprendre le développement plus rapide des plantes dans la terre de bruyère que dans un sol très pauvre en matières organiques ? N'a-t-on pas démontré récemment que les animalcules répandus dans le sol contribuent singulièrement à sa fertilité ? Beaucoup d'amateurs de plantes seraient sans doute fort étonnés d'apprendre qu'en arrosant la terre d'un simple pot de fleur, ils en élèvent la température d'autant plus que cette terre est mieux divisée et plus riche en débris organiques.

En 1873, notre savant compatriote Melsens a précisé les conditions dans lesquelles la température s'accroît le plus, par l'imbibition de certains corps poreux. Il serait peut-être opportun de recommander de pareilles recherches dans nos instituts horticoles, afin de connaître les meilleurs procédés d'arrosage des différentes plantes.

En 1876, nous sommes parvenu à prouver que tout changement dans la température de la surface commune à un solide et à un liquide entraîne la naissance d'un courant thermo-électrique dès que le circuit est fermé. A ce point de vue, les phénomènes d'imbibition doivent avoir une très grande importance en météorologie. En effet, si une simple goutte d'eau qui mouille un grain de sable peut donner lieu à une élévation de température et par suite à un courant thermo-électrique, quelles puissantes manifestations calorifiques et électriques n'avons-nous pas à attendre, d'une part, de ces quantités immenses de vapeur qui s'élèvent incessamment dans les airs et vont y mouiller les innombrables poussières qui y sont répan-

dues ; d'autre part, de ces pluies diluviennes qui arrosent et imbibent périodiquement le sol ? Ne pouvons-nous donc pas regarder comme établies, d'un côté, l'existence d'une source constante de courants thermo-électriques circulant dans la terre ; de l'autre côté, une cause permanente de développement d'électricité dans l'air, et l'explication des énormes décharges électriques produites dans les orages ? Notre esprit ne demeure-t-il pas confondu, lors de la constatation de tant de phénomènes grandioses, dus à l'action simultanée de nos humbles particules ?

Nous venons de décrire quelques phénomènes intéressants pour montrer les rapports d'un corps solide avec les parcelles d'eau et les particules d'air. Actuellement nous allons étudier l'eau dans quelques-unes de ses relations physiques avec les particules solides ou gazeuses.

Représentons-nous une simple gouttelette d'eau comme celles qu'on aperçoit parfois après une forte pluie sur les pétales d'une fleur, ou bien encore, après une nuit sereine, sur un fil d'araignée librement exposé au rayonnement nocturne.

A la contempler avec ses multiples reflets et quelquefois ses vives couleurs, ne la prendrait-on pas pour une perle précieuse ? A voir comme tout demeure en repos dans le petit espace où elle brille, ne la croirait-on pas un modèle parfait de la paix et de la sérénité ? Hé bien ! si l'illusion est permise quant à la première question, on se tromperait étrangement en ce qui concerne la seconde. En réalité, la gouttelette qui fait l'objet de notre admiration, est le théâtre d'un véritable combat entre les parcelles qui la constituent et les particules de l'air ambiant.

Mais, nous dira-t-on, qu'est-ce donc que cette petite masse liquide en apparence si calme, si paisible ? Comment peut-elle livrer bataille contre les parcelles invisibles répandues autour d'elle, sans que notre œil y découvre le moindre trouble, le plus léger frémissement ? Et puis,

comment se produit et se maintient la jolie forme globulaire de l'eau ?

Tâchons de répandre quelque lumière sur ces questions fort intéressantes. Et d'abord, nous savons qu'au sein de la masse, l'eau est constituée par des molécules très mobiles les unes par rapport aux autres ; mais faut-il admettre que la gouttelette se compose de particules distribuées uniformément dans le petit espace qu'elle occupe ? Non certes ! car, absolument comme dans le grain de sable dont nous avons parlé plus haut, plus il y a de molécules attirant une particule déterminée, plus le milieu éminemment subtil qui l'enveloppe est comprimé, et, par conséquent, plus la force élastique qui règne autour de la particule est intense.

N'est-il pas clair, d'après cela, qu'à l'intérieur de la gouttelette, s'exerce une réaction élastique plus forte que dans la couche superficielle excessivement mince et ayant pour épaisseur le rayon d'activité des attractions réciproques ? En effet, dans cette couche, chaque particule est soumise aux actions d'un nombre de plus en plus petit de molécules, à mesure que la parcelle considérée se rapproche davantage de la surface limite ; la réaction élastique y est donc de plus en plus faible jusqu'au contour libre même où elle est réduite au minimum.

Si notre raisonnement est exact, nous pourrons regarder la gouttelette comme une balle élastique dont toutes les parties sont en vibration, où l'intérieur réagit sans cesse vers l'extérieur, et dont le contour est une gaine excessivement mince et formée de particules de plus en plus écartées entre elles. Mais s'il en est ainsi, cette gaine doit tendre sans cesse vers un minimum d'étendue, et exercer contre le globule une pression d'autant plus sensible que la gouttelette est plus petite ; en outre, à chaque instant, la gaine doit perdre un certain nombre de ses éléments constitutifs qui s'échappent dans l'air ; à peine une des petites tranches de la couche a-t-elle disparu

qu'une autre venue de l'intérieur doit reproduire la disposition primitive.

Comment vérifier de pareilles déductions, puisque jamais œil humain n'a pu distinguer les mouvements des molécules à la surface de l'eau, ainsi que leur arrangement modifié sans cesse, mais incessamment rétabli ? Par la constatation de nombreux faits connus ; rappelons-en quelques-uns que tout le monde peut contrôler.

Et d'abord, remplissons un verre complètement d'eau, puis recouvrons-le d'un grand morceau de tulle bien mouillé dont les mailles n'aient qu'un à deux millimètres de largeur, et dont les parties latérales soient appliquées aussi bien que possible contre la paroi extérieure du verre ; posons alors sur le tulle un morceau de carton bien mouillé, et retournons le verre en soutenant le carton, de manière que la surface inférieure arrive à fort peu près dans un plan horizontal. Cela fait, enlevons doucement le carton en le faisant glisser horizontalement ; si l'expérience est bien faite, nous pourrons nous assurer que le verre reste entièrement rempli de liquide et qu'aucune goutte ne traverse les mailles du tulle ; c'est l'effet de la force contractile de la couche libre, force capable de repousser toute gouttelette qui tenterait le passage à travers une des mailles.

Voici un second fait : plongeons une mince tige cylindrique dans l'eau, retirons-la promptement ; nous verrons que la tige entraîne avec elle une goutte demeurant attachée à l'extrémité malgré l'action de la pesanteur ; c'est encore un petit exploit de la gaine qui, par sa tension, arrondit la goutte et l'empêche de tomber.

Décrivons maintenant un troisième fait moins généralement connu : dans une cloche en cristal, versons de l'eau jusqu'à quelques centimètres du bord ; frottons alors celui-ci à l'aide d'un archet ; si le son produit est suffisamment pur, la cloche exécutera des vibrations régulières qui se communiqueront à l'eau ; comme celle-ci est fort

peu compressible, mais éminemment élastique, elle éprouve, grâce aux mouvements vibratoires de la cloche, des compressions périodiques extrêmement brusques, et par conséquent des variations rapides de force élastique. Ce qui accuse nettement ces dernières, c'est la multitude de parcelles liquides projetées au-dessus du niveau, et retombant en grand nombre à la surface sous forme de jolies perles flottantes. Hé bien! c'est toujours à la gaine très mince et entourant chacune d'elles qu'est due cette belle apparition ; c'est elle qui les arrondit comme par enchantement au-dessus des portions du liquide où la force élastique varie le moins.

Enfin rappelons un quatrième phénomène qui n'étonnera personne : ayons la patience d'observer de temps en temps la goutte attachée à l'extrémité de la tige mince que nous avons employée tout à l'heure et que nous supposons fixée dans une position verticale. Nous n'aurons pas de peine à nous assurer que les dimensions de la goutte diminuent graduellement et qu'elle finit même par disparaître. C'est là évidemment un effet de l'évaporation, que les traités de physique signalent sans s'arrêter à son explication probable. Pour nous, l'évaporation est due précisément à ce que la force élastique qui règne à l'intérieur l'emporte toujours sur celle des diverses tranches de la couche superficielle, quelle que soit la température du liquide soumis à l'observation.

S'il est permis d'affirmer que les rayons solaires interviennent pour élever à une température modérée la masse d'eau recouvrant la terre, on n'est pas moins en droit de dire que le liquide s'évapore par le jeu des seules forces moléculaires. De même, s'il est exact d'ajouter que l'action directe de la chaleur solaire rend l'évaporation plus rapide, il ne faut pas oublier que celle-ci s'opère même pendant la nuit, et quelle que soit la température du liquide.

A cet égard, nous avons regardé comme une bonne fortune d'avoir pu assister, lors de la célébration du cen-

tenaire de l'Institution Royale de Londres, aux expériences magistrales et désormais historiques faites le 7 juin 1899 par l'illustre professeur James Dewar. Grâce à des projections habilement ménagées par l'opérateur, nous avons pu, à notre grande satisfaction, voir les mouvements tumultueux de la couche superficielle de l'hydrogène liquide, bien que le récipient fût entouré d'air liquide et que la température excessivement basse de l'hydrogène fût de 252° au-dessous de zéro. Mais l'évaporation si vive n'avait lieu qu'à la surface libre, tandis que, au sein de la masse, les particules semblaient en équilibre, sans doute parce que la force élastique y était contrebalancée par la force de cohésion ; c'est ce qui nous explique pourquoi l'hydrogène liquide peut persister assez longtemps à l'air libre, au lieu de s'évaporer en un temps extrêmement court comme on était tenté de le croire *à priori*.

Connaissant actuellement d'un peu plus près les propriétés de l'eau demeurées longtemps si mystérieuses, revenons à la gouttelette que nous nous sommes représentée, et tâchons de décrire le combat qui se livre dans sa conche superficielle. Ah ! qu'il est regrettable que les images des dernières parcelles du liquide et de l'air ne puissent être grossies des millions de fois ! Sans doute elles nous offriraient un spectacle émouvant ; en effet les particules liquides, sous l'impulsion de la force élastique qui prédomine à l'intérieur, tendent sans cesse à s'échapper dans l'air ; de leur côté, les molécules gazeuses font un effort continu pour pénétrer dans l'eau. Voyez-vous les parcelles liquides se séparer entre elles près de la surface extrême du globule, les unes se lancer dans l'air ambiant, et les autres prendre aussitôt la place de celles qui les ont précédées ou qui ont déjà disparu ? Distinguez-vous bien les vibrations exécutées par chacune de ces particules et se propageant à toutes les portions de la petite perle ? Serait-il téméraire d'avancer que si notre vision et notre ouïe étaient également et absolument parfaites, non seulement

nos regards seraient ravis par le tableau des mille et mille mouvements observés dans la couche superficielle du globule, mais encore notre oreille serait frappée par les sons les plus harmonieux ?

Et que dire maintenant des particules d'air qui cherchent à se loger dans les intervalles ultra-microscopiques de l'eau ? Poussées par la force élastique des couches d'air voisines, ces particules s'efforcent sans cesse de se glisser entre les molécules liquides en vibration.

A mesure que la bataille se prolonge, la goutte devient de plus en plus petite, tant il y a de particules d'eau qui s'échappent dans l'air sous forme de vapeur invisible. Mais la force élastique intérieure augmente d'autant plus que le diamètre de la perle liquide s'atténue davantage, et bientôt nous avons à dire adieu à la gouttelette dont les dernières parcelles sont alors noyées dans l'océan aérien.

Voilà un épisode bien simple de la lutte gigantesque qui s'effectue partout et toujours entre les immenses masses d'eau répandues sur la terre et l'atmosphère tout entière qui entoure le globe. Cette lutte continuelle se fait-elle sans ordre ni précision ? Bien loin de là, car au rebours de ce qui se passe dans les combats si funestes entre les humains (ne faudrait-il pas dire souvent entre les barbares ?), les tournois perpétuels entre l'air et l'eau sont généralement très bienfaisants et soumis à des lois immuables qui ne sont jamais violées, justement parce qu'elles ont été dictées par l'Ordonnateur suprême qui les a imposées aux deux colossales armées en présence.

En appliquant ces deux lois aux gaz, oxygène et azote qui entrent principalement dans le mélange constituant l'air atmosphérique, les physiciens ont prouvé que ces gaz ne se dissolvent dans l'eau que jusqu'au moment où le liquide en est saturé ; alors le mélange dissous dans le liquide est plus riche en oxygène que l'air extérieur, ce qui est très avantageux pour la respiration de tous les animaux aquatiques. Ainsi, grâce à l'existence d'un état

de saturation pour une température donnée, nous n'avons pas à craindre que les eaux se chargent de quantités trop considérables d'oxygène et surtout d'azote, car ce dernier gaz s'oppose au maintien de la vie en général.

Signalons en passant deux faits fort curieux ; le premier consiste en ce que l'air se dissout dans l'eau d'une manière tellement parfaite, tellement intime que le dissolvant n'offre plus à l'œil la moindre trace de matière gazeuse ; ce résultat est assurément très remarquable, car nous savons combien la liquéfaction de l'oxygène ou de l'azote exige d'efforts pour être réalisée directement ; c'est une preuve bien intéressante de la puissance extraordinaire des actions moléculaires.

Un second fait qui mérite toute notre attention, c'est que, d'après des recherches récentes, le volume total du liquide et du gaz dissous est moindre que la somme des volumes de l'eau pure et du gaz supposé liquéfié par des procédés mécaniques. Faut-il conclure de là que la dissolution d'un gaz est due à une affinité chimique ? L'étude de ce fait augmente encore le domaine déjà si grand de la physico-chimie.

Ici se présente une question très naturelle : ne faut-il pas redouter que l'atmosphère indéfinie entourant la terre ne soutire trop de vapeur aux rivières, aux fleuves et même aux bassins des mers ? Pour répondre à cette question, nous devons rappeler plusieurs propriétés très intéressantes et particulièrement dignes de nos méditations. Et d'abord, l'eau, cette matière absolument indispensable au maintien de la vie des hommes, des animaux et des plantes, est précisément le liquide répandu le plus abondamment dans la nature ; en second lieu, l'eau est le corps qui exige la plus grande quantité de chaleur pour élever l'unité de poids d'un degré ; c'est par conséquent aussi la substance qui se refroidit le moins vite en vase clos. En troisième lieu, par un privilège bien précieux, l'eau se dilate aussi bien au-dessous qu'au-dessus de 4° centi-

grades, circonstance qui empêche les grandes masses de ce liquide de se congeler en totalité. Enfin, chose extrêmement remarquable, la vapeur d'eau, bien entendu quand elle est invisible, ne pèse guère que les six dixièmes du poids d'un même volume d'air à la même pression et à la même température ; voilà pourquoi la vapeur invisible que la force élastique intérieure de l'eau envoie incessamment dans l'atmosphère, s'élève jusqu'à des hauteurs où la température est très basse et où ses milliards de particules sont toujours prêtes à se condenser en petits globules séparés ; de là la formation des nuages qui, sous l'influence du vent, de la température et de la pesanteur, se modifient sans cesse dans leurs formes et dans leurs dimensions.

N'est-il pas merveilleux que, malgré l'immense théâtre de la lutte entre l'air et l'eau, malgré l'étendue pour ainsi dire indéfinie de l'atmosphère, les quantités colossales de liquide répandues dans l'air doivent finir par retomber soit dans la mer, soit sur les continents sous forme de pluie, de neige ou de grêle ? C'est là une phase du cycle permanent d'opérations que décrit la moindre parcelle liquide dans ses voyages dans l'air et à la surface du globe. Le moindre verre d'eau servant à apaiser notre soif est composé de particules qui ont décrit peut-être d'énormes trajets aériens et terrestres avant d'être mises à notre portée.

Quelle plus belle relation pourrions-nous citer entre deux des membres de la triple alliance que nous étudions ? Mais cette relation même est subordonnée au concours du troisième membre représenté par chacune des innombrables particules solides répandues partout dans l'air, du moins jusqu'à cinq kilomètres au-dessus du niveau de la mer. Sans ce concours, les régions supérieures de l'atmosphère pourraient contenir des quantités extraordinaires de vapeur d'eau à l'état de saturation, et ralentir sans doute fortement les opérations du cycle rappelé plus haut.

A ce propos, nous tenons à remettre en lumière une propriété générale des poussières, ou, pour nous exprimer moins sèchement, une qualité bien précieuse de l'une de nos trois alliées. Cette qualité avait déjà été indiquée en France par Coulier et Mascart, pensons-nous, mais elle a été rendue évidente surtout par un physicien anglais, John Aitken, il y a vingt ans. Pour plus de clarté, citons son expérience fondamentale.

« Voici, dit-il, deux grands récipients mis l'un et l'autre en communication avec une bouilloire à l'aide de tuyaux. Faisons passer maintenant de la vapeur dans le premier récipient ; vous verrez la vapeur aussitôt qu'elle commencera à entrer. La voilà, s'élevant en épais brouillard, et bientôt vous verrez le réservoir se remplir de vapeur condensée formant un beau nuage blanc, tellement épais que vous ne pouvez regarder à travers. Faisons maintenant passer un peu de vapeur dans le deuxième récipient. Regardez bien, et même écarquillez les yeux autant qu'il vous plaît, vous ne pouvez pas voir quand la vapeur commence à entrer ; elle y pénètre déjà depuis quelque temps, et pourtant vous ne pouvez la distinguer. Pas la moindre apparence de nuage dans le récipient, et cependant il est aussi plein de vapeur d'eau que le premier, qui demeure toujours rempli de brouillard.

» Pourquoi ces effets différents dans les deux cas ? Le voici : le récipient qui est si parfaitement plein de brouillard contenait, avant l'expérience, de l'air de la chambre, tandis que l'autre était aussi rempli de cet air qui, avant son entrée, avait traversé un filtre de ouate, et se trouve ainsi débarrassé de toutes les poussières. Par conséquent, de l'air contenant de la poussière donne un épais nuage de vapeur condensée ; l'air débarrassé de la poussière n'en donne pas. »

Voilà le fait mis parfaitement en évidence par le physicien anglais ; n'en déduit-on pas directement la cause de ces brouillards si intenses qu'on observe parfois à Londres,

où des milliers de cheminées déversent constamment d'énormes quantités de fumée ? C'est pour échapper à la production trop fréquente de brouillards qu'un certain nombre de municipalités américaines cherchent à réglementer l'usage du charbon gras dans les usines et dans les habitations particulières. Chaque hiver ramène les mêmes doléances à Baltimore, Pittsburg, Indianapolis, Saint-Louis et surtout à Chicago, car les temps brumeux y occasionnent un état de choses à peu près identique à celui qui fait la réputation des brouillards noirs de Londres. Avec le développement si rapide des manufactures, la multiplicité des grands hôtels et des espèces de phalanstères appelés *apartment-houses*, on consomme d'énormes quantités de combustibles, soit pour le chauffage, soit pour la production de forces motrices ; l'emploi du charbon bitumineux se répand chaque jour davantage et la fumée prend presque les proportions d'une calamité nationale. Aussi prescrit-on à Chicago l'usage d'appareils spéciaux pour consumer la fumée sur place. Nous croyons pouvoir ajouter que les quantités vraiment étonnantes de poussières de toutes sortes lancées dans l'atmosphère par les mille et mille cheminées utilisées par l'industrie moderne exercent une influence marquée sur les différents climats.

Mais si l'expérience si ingénieuse du physicien anglais ne peut laisser aucun doute sur l'action mutuelle de la vapeur d'eau et des particules solides, devons-nous admettre l'explication proposée par Aitken, et dire que la vapeur se condense aisément sur une surface fraîchement mouillée ? Nous préférons appliquer encore ici une loi découverte par l'illustre Lord Kelvin, et dont nous avons déjà fourni de nombreuses preuves expérimentales : d'après cette loi, plus un corps solide est rugueux, plus rapidement s'y condense la vapeur d'eau, même au-dessus du point de rosée théorique.

S'il en est réellement ainsi, les parcelles flottant dans l'air doivent être des centres très actifs de condensation

de la vapeur d'eau, car le microscope révèle sur un grain de poussière une infinité de stries, de creux et d'irrégularités ; c'est pourquoi la vapeur, dès son entrée dans le premier récipient d'Aitken, a pu se condenser dans les cavités minuscules des poussières, et produire ainsi l'épais brouillard observé. Quant au second réservoir, il ne présentait d'autre surface que la paroi interne, très lisse et fort peu concave ; aussi la vapeur ne s'y est-elle pas déposée sous forme visible.

Comment pourrions-nous ne pas citer à ce propos les quantités vraiment prodigieuses de poussières lancées presque toujours dans l'air pendant les éruptions volcaniques ? Le lecteur a pu lire, dans cette livraison de la Revue, le récit de la catastrophe dont la Martinique a été récemment le théâtre. Hé bien ! on a pu observer quelques jours après, des pluies diluviennes qui ont ajouté aux fléaux des matières enflammées et des gaz méphitiques, celui d'une effroyable inondation. Qui sait si la saison si froide et si pluvieuse que nous avons subie l'été dernier n'est pas due en partie aux terribles désastres produits aux Antilles par les forces souterraines ?

Conformément aux résultats de nombreuses expériences, nous pouvons affirmer que des surfaces liquides concaves d'une très forte courbure provoquent aisément la condensation de la vapeur d'eau ; réciproquement ne devons-nous pas nous attendre à une évaporation très rapide des sphérules liquides très convexes, c'est-à-dire d'un diamètre extrêmement petit ? C'est en effet ce que l'observation confirme pleinement : qui n'a pas vu, en réalité, le panache blanchâtre formé par la vapeur lancée à travers la cheminée d'une locomotive en marche ? Par suite du grand refroidissement subi par cette vapeur au moment où elle arrive à l'air libre, elle devient visible sous la forme d'un nuage de minimes sphérules pleines qui, en peu d'instants, disparaissent à nos yeux, les unes parce

qu'elles tombent sur le sol, les autres, sans doute les plus ténues, parce qu'elles se sont évaporées dans l'air ambiant.

C'est encore ce que nous pouvons observer, lorsque, après une suit sereine et assez froide, un voile de vapeur couvre les cours d'eau et même le sol ; aussitôt que les rayons du soleil ont élevé la température de l'air au-dessus de son point de saturation, le brouillard se dissipe comme par enchantement et l'astre du jour verse librement ses torrents de lumière.

Préférons-nous un exemple plus vulgaire, nous n'avons qu'à regarder, par un temps froid, le petit brouillard produit par notre haleine, au moment où elle sort de notre bouche : à peine formé, ce brouillard s'évanouit, soit par l'évaporation soudaine, soit par son dépôt sur nos cils, nos sourcils, nos cheveux ou notre barbe : à cause des intervalles très nombreux et fort petits de leurs parties constitutives, tous ces corps sont éminemment propres à la condensation des vapeurs.

Nous venons de signaler plusieurs relations intéressantes entre l'eau et l'air; passons actuellement à l'examen rapide de quelques rapports physiques entre l'eau et les matières solides.

Dans un verre d'eau distillée, maintenons suspendu un petit cristal de sel marin ; le voyez-vous livré de toutes parts à l'attaque du liquide ? Voyez-vous se détacher du cristal de minces traînées d'eau chargées sans doute de particules solides ? A la vérité, celles-ci sont réduites bientôt à un état de ténuité tellement extraordinaire qu'elles ne sont pas directement appréciables. Pareille désagrégation du cristal continue jusqu'au moment où toute la matière solide ait disparu à nos yeux et se trouve entièrement dissoute.

Les solutions de ce genre excitent-elles en général l'attention qu'elles méritent ? Que de choses dignes d'être remarquées, et que nous laissons passer inaperçues ! D'après

la maxime favorite de notre vénéré maître Joseph Plateau, la qualité maîtresse du chercheur, c'est de s'étonner à propos ; cette opinion est pleinement confirmée par l'histoire des découvertes les plus célèbres ; pour n'en citer que deux toutes récentes, nous rappellerons les rayons X de Röntgen, qui ont provoqué les recherches les plus variées, et le tube à limailles de Branly, qui a donné naissance à la télégraphie sans fil. Mais reprenons notre modeste étude, et signalons quelques points intéressants de la théorie des solutions.

Et d'abord l'eau fournit souvent un moyen aussi efficace qu'expéditif pour réduire un sel à un état de subdivision qu'il serait impossible de réaliser par des procédés mécaniques. Ce moyen si précieux n'est-il pas constamment employé par le physicien pour étudier les effets de la substance dissoute sur la chaleur, la lumière ou l'électricité ; par le chimiste pour soumettre différents corps à leur affinité mutuelle, et contrôler ainsi le principe si fameux : *Corpora non agunt, nisi soluta ;* par le médecin pour faire agir plus sûrement les remèdes qu'il prescrit ; enfin par le plus humble cuisinier pour rendre plus appétissants les mets qu'il a préparés ?

Autre point intéressant : Comment s'opère la solution du corps solide ? Nous savons déjà que la couche superficielle de celui-ci présente des intervalles moléculaires plus grands qu'à l'intérieur ; c'est ce qui facilite singulièrement l'accès de l'eau et la formation d'une couche mouillante composée à la fois de corpuscules solides, de particules liquides, et de molécules gazeuses dissoutes. Si le solide est insoluble et compact, comme le verre, les grains de sable, la racine d'une plante, le développement des couches mouillantes produit, nous l'avons vu dans la première partie, un dégagement de chaleur et un courant thermo-électrique. Mais si le corps plongé est soluble et très poreux, comme le sel marin, le sucre cristallisé blanc, l'infiltration de l'eau détermine non seulement la naissance

de couches mouillantes, cette fois en nombre indéfini, tant à l'intérieur qu'à la surface libre, mais encore la désagrégation consécutive du corps en parties de plus en plus petites jusqu'à devenir tout à fait invisibles. Si le premier effet donne lieu à une élévation de la température, le second, qui constitue un véritable travail exécuté par le liquide, ne peut se manifester que par une perte de chaleur. Dans les cas très nombreux où le second effet l'emporte sur le premier, nous constatons un refroidissement du liquide. Au contraire, il y a échauffement si c'est le premier effet qui prédomine. Enfin la température de la solution reste la même quand les deux effets se compensent.

Faut-il donner des preuves de l'étonnante puissance d'imbibition des corps poreux ? Il nous suffira de rappeler que, pour détacher de gros blocs de pierre ou d'ardoises, les ouvriers des carrières commencent par pratiquer des fentes limitant les masses qu'ils veulent séparer, et enfoncent ensuite dans ces fentes des coins de bois dur et sec qu'ils mouillent avec soin. Récemment nous avons pu constater *de visu*, lors de la démolition d'un mur de 30 centimètres d'épaisseur, qu'il avait été traversé par une racine de plusieurs millimètres de diamètre. Faut-il s'étonner, après cela, que par leur chute, très souvent répétée, les gouttes de pluie finissent par creuser la pierre ?

Gutta cavat lapidem, non vi, sed sæpe cadendo.

Nous voyons par conséquent que les choses se passent dans le monde matériel comme dans les faits d'ordre moral et intellectuel : de même que les mouvements d'ensemble démontrent que l'union fait la force, de même les résultats des impulsions consécutives, très petites mais excessivement nombreuses, prouvent que le succès est le fruit de la persévérance.

Un volume donné d'eau distillée peut-il dissoudre une quantité indéfinie d'un sel quelconque ? Oh non ! il arrive un instant où la force élastique des couches mouillantes

est égale à celle du liquide, et alors la solution est dite saturée.

Comme tout le monde sait, plus la température est élevée, plus la quantité de sel qui peut se dissoudre augmente. Mais qu'arrivera-t-il si, après avoir fait une solution concentrée de sel, par exemple à la température de l'eau bouillante, nous laissons le liquide se refroidir lentement ? Ne paraît-il pas très probable que les particules solides, amenées à un état de division extrême, tendront de plus en plus à se rapprocher et à obéir à leurs attractions mutuelles ? Cette tendance ne doit-elle pas devenir de plus en plus prononcée à mesure que le refroidissement se prolonge ? C'est effectivement ce qui a lieu : à un certain moment, la cohésion des particules l'emporte sur leur adhésion au liquide, et l'on voit apparaître des agrégats solides d'autant plus réguliers que le refroidissement a été plus lent. Voilà comment on peut réaliser de beaux cristaux de sel marin et d'autres substances, et s'offrir aisément le spectacle d'un des plus beaux phénomènes physiques en même temps qu'une des preuves les plus évidentes de l'ordre admirable qui règne dans la nature.

On observe généralement que la cristallisation des matières dissoutes s'opère le plus facilement au contact des parois ou d'une tige plongée dans le liquide ; c'est que là règne la plus forte cohésion de la couche mouillante ; c'est donc là aussi que les particules solides doivent être le plus rapprochées et le plus près d'obéir à leurs attractions mutuelles. Faut-il rappeler à cet égard la pratique constante dans les raffineries de sucre, et consistant à suspendre au sein de la solution concentrée une série de fils destinés à servir d'appui à de beaux cristaux de sucre candi ?

Dans la suite de faits que nous venons de décrire, nous avons porté notre attention spéciale sur deux de nos alliés ; est-ce que le troisième membre est exclu de toute coopération ? Assurément non ! Par exemple, l'eau imbibant nos

champs cultivés contient toujours de l'air dissous, qui contribue à l'élaboration des sucs nourriciers des plantes. N'est-ce pas là un rôle extrêmement important qui a été assigné au troisième allié ?

Pour terminer ce travail, nous allons appeler l'attention sur deux cas d'imbibition dont les conséquences sont aussi fort importantes.

Comme nous le savons, les physiciens éprouvent une grande difficulté à enlever la couche d'air attachée aux corps solides ; de même, il est fort malaisé de sécher un corps poreux, après qu'il a été complètement imbibé d'eau : car, d'une part, l'eau adhère fortement à toutes les parties mouillées, de l'autre, ce liquide est, nous l'avons vu, parmi tous les corps celui dont la capacité calorifique est la plus grande. C'est ce qui nous fait comprendre pourquoi les caves, après avoir été inondées, restent si longtemps humides et froides, même quand on y fait du feu pendant des semaines. Tout le monde sait qu'un mur une fois imprégné d'humidité ne revient jamais à son degré primitif de sécheresse.

Enfin disons quelques mots des services rendus par les membres de la triple alliance pour empêcher ou atténuer les désastres des inondations. Si les terrains où tombent les pluies et les neiges fondantes sont durs et dénudés, celles-ci obéissent sans difficulté à l'action de la pesanteur et se précipitent dans les gorges où elles acquièrent souvent une puissance redoutable et deviennent capables d'exercer les plus grands ravages. Mais si le sol est boisé, les feuilles et les débris organiques qui le recouvrent, absorbent à leur surface et retiennent dans leurs intervalles des quantités d'eau très considérables et s'opposent aux mouvements trop rapides du liquide demeuré libre ; grâce à cette propriété, les forêts qui garnissent les versants des collines et des montagnes diminuent énormément, si même elles n'empêchent, les dégâts causés par les inondations.

On a pu vérifier la justesse de cette conclusion en

France, dans les bassins du Rhône et de la Loire, aux États-Unis, sur les versants qui dominent les grands fleuves de ces vastes contrées. Aussi, après les déboisements continuels auxquels on s'était livré pendant de longues années, on a reconnu la nécessité de recouvrir d'une végétation appropriée au sol les hauteurs qui menaçaient le plus directement les vallées. En Amérique, on a même, si nos souvenirs sont exacts, fondé une véritable association nationale dont chaque membre s'engageait à faire planter annuellement un arbre. D'autre part, dans certains pays, notamment en Suède et en Allemagne, il existe, paraît-il, des règlements en vertu desquels tout arbre qu'on enlève doit être remplacé par un autre planté au même endroit. Ces mesures si sages sont justifiées par ce fait, prouvé par des observations très nombreuses, qu'on ne déboise pas impunément une région quelconque. Aimons donc les arbres, respectons-les, car non seulement, par leurs frais ombrages, ils nous défendent contre les ardeurs du soleil, mais encore et surtout ils remplissent un rôle des plus considérables dans l'économie de la nature.

Tous les exemples cités plus haut ont été choisis à dessein parmi les plus simples et les plus usuels ; pourtant ils suffisent, croyons-nous, pour démontrer la haute importance des rapports entre une humble goutte d'eau et ses deux alliées, la particule d'air et la parcelle solide. Une petite masse d'air quelconque exerce-t-elle encore une action physique sur des matières solides ou liquides? C'est ce que nous espérons pouvoir examiner une autre fois.

G. Van der Mensbrugghe.

LES ÉLECTRONS

Si la découverte de Roentgen, après moins de dix ans, apparaît déjà comme le point de départ d'une foule d'autres découvertes, qui ont considérablement étendu les limites de notre connaissance expérimentale de l'électricité, on peut dire, à l'heure présente, qu'elle n'a pas moins contribué au développement de nos idées théoriques. Sans doute, pendant quelque temps le désarroi fut grand devant des phénomènes radicalement rebelles à se laisser ranger dans le cadre des hypothèses en faveur. Peu à peu cependant les traits fondamentaux qui peuvent servir de base à leur classement se dégagèrent. En même temps se précisèrent leurs relations avec les faits familiers et anciennement connus. Il arriva même qu'ils réagirent à leur tour sur ces connaissances anciennes ; et aujourd'hui nous sommes en état, grâce au contre-coup qu'en ont ressenti toutes les parties de la physique, de formuler une théorie générale de l'électricité d'autant plus compréhensive et plus féconde que les remaniements en ont été plus laborieux. Cette théorie est celle des *ions* ou mieux des *électrons*.

Comme il arrive d'ordinaire dans l'histoire de la science, cette transformation n'a pas été une révolution. Elle est très loin d'avoir rompu toute attache avec le passé. Au contraire, c'est le terme final d'une évolution graduelle, qui se préparait de longue main, mais sans qu'on pût prévoir au juste si elle aboutirait, ni jusqu'où elle conduirait. C'est même un retour en arrière très accentué,

comme aussi très inattendu, bien que pressenti, par intervalles, par quelques esprits pénétrants en avance sur leur époque.

On disait autrefois que l'électricité est un fluide subtil, doué d'attraction pour la matière pondérable, divisible à l'infini, et qui se manifeste sous deux variétés différentes, désignées par les signes + et —. Deux quantités électriques de même signe se repoussent ; deux quantités de signes contraires s'attirent ; ces actions s'exercent à distance et instantanément à travers le milieu isolant, ou le vide (l'éther), sans modifier celui-ci. L'électricité était donc regardée comme une substance entièrement distincte de la matière pondérable et de l'éther : c'était un dernier représentant, resté irréductible, de ces vieux fluides de l'ancienne physique qu'on s'était tant évertué à faire disparaître. Seul, il refusait obstinément de se laisser ramener, comme le calorique, à de purs mouvements vibratoires. Il y avait d'ailleurs deux manières de rendre compte de l'opposition de propriétés des deux électricités. Les uns, à la suite de Symmer, admettaient deux fluides différents : les autres, avec Aepinus et Franklin, n'en supposaient qu'un, dont une proportion déterminée présente dans un corps définissait l'état neutre. L'électrisation positive était constituée par un excès, l'électrisation négative par un défaut du fluide relativement à la teneur normale.

Pendant bien longtemps on s'en tint à ces idées générales, extrêmement rudimentaires, il faut bien l'avouer. On ne parvint pas à pénétrer plus avant dans la nature de ces fluides mystérieux, et, ce qui peut paraître bien étrange pour une époque où l'introduction des hypothèses atomiques, adoptées d'enthousiasme, faisait faire des progrès admirables à l'optique et à la chaleur, personne, pendant la première moitié du XIXe siècle, ne s'essaya à transporter dans le domaine de l'électricité la conception des atomes.

Faraday parle bien d'une constitution moléculaire des

diélectriques ; mais il ne s'agit là que de l'hypothèse de la polarisation, destinée à rendre compte du pouvoir inducteur. On sait qu'elle consistait à regarder le diélectrique comme formé d'une infinité de petits conducteurs plongés dans une substance isolante. Ces petits conducteurs se polariseraient par influence, exactement comme les aimants élémentaires dans la théorie du magnétisme de Poisson. L'électricité n'y était donc moléculaire qu'en ce sens qu'elle se manifestait en quantités égales sur les molécules conductrices du diélectrique, quelles que fussent d'ailleurs ces quantités.

W. Weber, il y a quarante ans, fit le premier une tentative sérieuse dans cette voie. Supposant les fluides électriques constitués par des particules élémentaires, les atomes électriques, dont les actions réciproques dépendraient non seulement de leurs distances mais encore de leurs vitesses relatives et de leurs accélérations, il réussit à donner une explication qualitative très satisfaisante des principales lois connues de son temps. Mais la base expérimentale lui faisait défaut pour établir aussi la correspondance quantitative de ses conclusions avec les faits, et par là même les condamnait à la stérilité.

Et d'ailleurs le système de Weber, comme tous les précédents, était affecté d'un vice capital, que, précisément vers cette époque, les beaux travaux de Faraday venaient de mettre en pleine lumière. Le grand physicien anglais montra, en effet, que les effets de l'influence électrique sont extrêmement différents d'après la nature du milieu. Dès lors, ce milieu ayant un mode d'action propre, auquel on a donné le nom de pouvoir inducteur, doit jouer un rôle essentiel dans le phénomène. Les anciennes théories, avec leurs actions à distance, n'en tiennent aucun compte.

Faraday définit ce rôle par la conception des lignes de force électriques, le long desquelles toute charge électrique propage son action de proche en proche. Elles sont

matérialisées dans un domaine voisin, celui du magnétisme, par les alignements de la limaille de fer entre deux ou plusieurs pôles.

Il transporte ainsi dans le milieu lui-même, c'est-à-dire dans l'éther, le siège des forces électriques, en les assimilant à des tensions suivant les lignes de force et à des pressions transversales ; si bien que les conducteurs électrisés renferment précisément la partie de l'espace où il ne se passe aucun phénomène électrique. Maxwell traduisit ces idées dans le langage mathématique, et ainsi naquit sa célèbre théorie électromagnétique. Celle-ci supplanta complètement la théorie des fluides vers la fin du siècle. Néanmoins, comme elle se prêtait mal à une exposition simple, on conserva dans les traités élémentaires, et même parfois dans des travaux plus élevés, des formes de langage empruntées à la théorie des fluides, tout en protestant que cette théorie devait être tenue pour surannée, et qu'on n'employait son vocabulaire que dans un but de simplification.

Or, voici que l'on déclare que cette hypothèse électromagnétique de Maxwell, qui a tant fait parler d'elle, et qui, il faut le dire, possède à son actif de magnifiques travaux et des découvertes capitales, que cette hypothèse, dis-je, est à son tour reconnue incomplète, et convaincue d'impuissance. Si la théorie des fluides ne considérait que ce qui se passe dans les corps, et nullement ce qui a lieu dans l'éther du milieu intermédiaire, les théories nées du développement des hypothèses de Faraday et de Maxwell ont le tort de donner dans l'excès contraire. Là, tout est censé se passer dans l'éther, et la surface du conducteur n'est plus que la limite de la région intéressée par les phénomènes électriques. De là, des difficultés d'interprétation assez graves, particulièrement dans l'électrostatique. Dans les anciennes théories, au contraire, l'électrostatique était la partie la plus

simple et la plus claire. Néanmoins les services rendus par la conception électromagnétique étaient trop brillants et trop récents pour qu'on se résignât à l'abandonner avant d'avoir fait les derniers efforts pour l'adapter aux besoins nouveaux.

Eh ! bien l'expérience vient de se prononcer dans le conflit de ces deux adversaires qui semblaient irréconciliables : et la sentence a été en définitive une sentence de conciliation. Elle est formulée dans la théorie des électrons. A la théorie des fluides elle emprunte l'idée de fluide, mais avec une addition importante, celle d'une composition atomique ou particulaire : des systèmes électromagnétiques elle conserve les lignes de force et le champ. De telle sorte que l'idée fondamentale des nouvelles hypothèses électriques consiste dans la supposition de particules électriques, appelées *ions* ou *électrons*, assujetties à certaines liaisons avec les atomes matériels, noyées dans l'éther et liées avec lui dans un champ de force.

C'est à ces particules qu'aboutissent de part et d'autre les lignes de force de Faraday.

Mon but, dans ce travail, est de donner un aperçu sur l'état actuel de cette nouvelle théorie. Je ne me dissimule aucunement les difficultés de cette entreprise, et je ne m'étonnerai ni ne me plaindrai de la voir juger prématurée. Sur bien des points fondamentaux les premières lignes sont à peine ébauchées, et les vues des savants éminents qui y consacrent leurs recherches, souvent très divergentes. En somme, ce sera l'exploration d'un terrain encombré d'échafaudages, sur lequel commencent à s'élever des édifices dont nul ne possède encore le plan détaillé. Je serai donc forcément incomplet, d'autant que chaque livraison des journaux scientifiques apporte une nouvelle contribution à ces travaux. Je serai sans doute aussi inexact, puisque je n'aurai souvent à exposer que des

hypothèses non encore affermies, et qui plus tard peut-être seront controuvées par l'expérience.

Heureusement, le fait même que la nouvelle théorie est un retour à des notions anciennes, simples et déjà familières à mes lecteurs, rend la tâche d'exposition plus aisée. D'autre part, il est un point du moins sur lequel nos connaissances ont fait des progrès incontestables : c'est la décharge électrique dans les gaz. C'est là qu'a été aperçue nettement tout d'abord la nécessité d'un changement d'orientation : c'est là aussi que les nouvelles idées se sont montrées le plus fécondes et ont réellement inspiré des recherches couronnées par des résultats remarquables. J'ajouterai que, comme il n'existait véritablement aucune théorie, digne de ce nom, des phénomènes de décharge, je n'encourrai pas le reproche de répudier à la légère de vieux postulats fortifiés par une longue expérience, au bénéfice de pures conjectures aussi gratuites que séduisantes.

Voici donc quelle sera la suite des questions à traiter. J'exposerai d'abord comment on a été amené à reviser les théories électriques; ensuite je donnerai une idée générale des développements présents et de ceux que prendra probablement dans l'avenir la théorie électronique, autant qu'il est possible de les prévoir actuellement; et enfin j'exposerai avec plus de détails l'interprétation qu'elle nous donne des phénomènes de décharge dans les gaz. Ce dernier point fera l'objet d'un second article (1).

(1) Les théories électroniques n'ont guère encore été présentées au public dans un tableau d'ensemble, et dépouillées de l'appareil des formules mathématiques. Je ne connais en ce genre que l'excellente conférence de W. Kaufmann, *Die Entwicklung des Elektronenbegriffs*, faite à la 73e réunion des naturalistes allemands à Hambourg (publiée dans PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT, 1 oktober 1901); et deux autres articles, beaucoup moins complets au point de vue des électrons, le premier de P. Zeeman, *Experimentelle Untersuchungen über Teile, welche kleiner als Atome sind* (également dans PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT, 8 september 1900), l'autre de J. Perrin, *Les Hypothèses moléculaires* (REVUE SCIENTIFIQUE, 13 avril 1901). Je m'en suis inspiré dans mon travail, en les complétant souvent au

Un mot encore avant d'entrer dans mon sujet. Fidèles aux idées en faveur de nos jours parmi la grande majorité des physiciens, les éminents auteurs dont j'aurai à exposer les travaux ne regardent pas leurs essais de théorie comme des représentations adéquates et correctes de la nature intime des phénomènes. Ils n'y voient que des moyens de la décrire et de la pénétrer plus profondément ; c'est-à-dire un canevas destiné à supporter la trame des phénomènes, à les relier entre eux de manière à soulager la mémoire, et surtout à suggérer et à diriger les recherches. Je ne veux pas ici examiner jusqu'à quel point cette attitude est opportune en général — l'abus conduirait à un scepticisme inacceptable — mais dans le cas présent, elle est souverainement prudente. Je me garderai bien de forcer la pensée de mes savants guides en n'énonçant pas explicitement les plus formelles réserves en ce sens dès les premiers pas que je vais faire sous leur conduite.

I

Il n'est, sans doute, aucun de mes lecteurs qui n'ait lu, dans quelque article sur les rayons Roentgen ou sur les substances radio-actives, que ces nouveaux phénomènes allaient nécessiter un remaniement considérable, peut-être un bouleversement profond, de plus d'un chapitre de la physique. On leur a reconnu des propriétés qu'il est impossible de faire rentrer dans le cadre des théories actuellement admises ; et cette constatation a rappelé l'attention sur des propriétés analogues observées déjà

moyen des mémoires originaux. Le lecteur désireux d'étendre ses connaissances devra recourir à ceux-ci. On les trouve surtout dans les ANNALEN DER PHYSIK, de Wiedemann et de Drude, dans le PHILOSOPHICAL MAGAZINE et enfin dans les RAPPORTS DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE PHYSIQUE en 1900 à Paris. Ne pouvant alléguer mes sources à chaque pas, je me contenterai de ces indications générales.

antérieurement sur les rayons cathodiques, et restées inexpliquées.

Passe encore pour leur pouvoir pénétrant extraordinaire, qui leur permet de traverser facilement les substances que nous regardons habituellement comme tout à fait opaques. Ce n'est là, après tout, que l'exagération d'une qualité propre à des degrés divers à tous les rayonnements connus ; et, bien que ce soit leur propriété la plus frappante au premier abord, c'est celle qui se laisse le plus aisément ramener à des mécanismes connus. Rien n'est plus facile que de la rattacher, par une gradation continue, aux phénomènes du même ordre où elle se manifeste avec moins de puissance. Mais certains de ces rayonnements se montrent déviables par le champ magnétique et par le champ électrostatique, ce qui semble impliquer nécessairement un support matériel pour l'électricité qu'ils charrient. D'autre part, ils se propagent en ligne droite, dans les tubes à vide, par exemple, sans suivre le moins du monde les lignes de force du champ électrostatique ordinaire entre la cathode et l'anode, ce qui semble ne pouvoir s'expliquer que par des projections violentes de ce support matériel, lequel suivrait en ligne droite la direction de son impulsion initiale.

On se trouvait ainsi ramené à la théorie donnée autrefois par Crookes pour expliquer les phénomènes cathodiques, et qui n'avait rencontré jusqu'alors que bien peu de partisans. D'après Crookes, le rayonnement aurait consisté en un courant de particules gazeuses chargées électriquement, et chassées violemment par la cathode, de manière à aller bombarder la paroi opposée en y produisant les effets bien connus de fluorescence.

Ce n'était pas un progrès : aucune mesure, aucune analogie plausible avec des phénomènes connus, ne pouvait appuyer cette hypothèse. Elle n'avait d'autre mérite que de fournir une image immédiate de ce qui tombait sous les sens dans le phénomène. Plutôt que d'admettre ce

prétendu quatrième état de la matière, appelé par Crookes l'*état radiant*, on s'épuisa en vains efforts pour adapter aux diverses particularités de ces rayons, par des complications croissantes, l'hypothèse des oscillations de l'éther.

Heureusement, l'impulsion fiévreuse donnée par la découverte des rayons de Roentgen à l'étude des décharges dans les gaz ne tarda pas à mettre en lumière des éléments d'information de nature à tempérer ces affirmations par trop téméraires. Dès les premiers moments il avait été constaté que les rayons nouveaux déchargent les corps électrisés sur lesquels ils tombent. C'était une nouvelle propriété qu'ils partageaient avec les rayons cathodiques. On reconnut bientôt, et nous verrons que l'on a fait des constatations identiques dans bien d'autres cas, que les uns et les autres agissent en rendant l'atmosphère conductrice. En effet, il n'est point du tout nécessaire qu'ils tombent directement sur le conducteur chargé. On peut, par exemple, en faire passer un faisceau, nettement délimité par des diaphragmes, entre deux plaques formant condensateur : celui-ci se décharge alors même qu'il n'est pas atteint directement. On peut aussi aspirer l'air traversé par les rayons et le faire passer sur un électroscope chargé : les feuilles retombent bientôt.

En rapprochant ces nouvelles expériences des premières, une analogie apparaît aussitôt avec les phénomènes de l'électrolyse. De part et d'autre nous avons un transport de particules matérielles chargées d'électricité, et ce transport est lié intimement à un courant électrique. Il était donc tout indiqué de chercher à développer la théorie dans le sens de ce parallélisme.

A vrai dire, on n'avait pas attendu la découverte des rayons X, ni la fin du XIXe siècle, pour essayer d'appliquer une théorie électrolytique à la décharge électrique dans les gaz. Les analogies de constitution et de propriétés des liquides et des gaz ne pouvaient manquer d'y inviter les

physiciens dans un sujet où les similitudes avec des phénomènes mieux connus n'abondaient pas. Il serait facile d'en relever des traces dans les mémoires de Faraday et de Maxwell, par exemple, ou dans les traités de de la Rive, de Becquerel et d'autres. Ce serait d'un médiocre intérêt : aucun de ces essais n'a abouti. Aucun n'a même été développé, sauf celui de W. Weber dont il a été fait mention. Weber, on l'a dit également, se mettait à un point de vue plus général que le phénomène dont il est question ici.

Hittorff, en 1879, semble avoir le premier énoncé une hypothèse bien définie, dans le cas d'un courant continu produit par une force électromotrice considérable à travers un gaz. Il suppose que le courant dissocie les particules du gaz, et ainsi leur permet de conduire l'électricité à la façon d'un électrolyte. Pour démontrer et étudier cette conductibilité, il emploie un moyen très en usage actuellement encore : deux électrodes amènent un second courant dans le gaz, perpendiculairement à la direction du premier. Un galvanomètre inséré dans ce second circuit permet de mesurer le courant, et par suite, la conductibilité du gaz. Après lui, on a étudié, avec des conclusions en sens divers, d'autres cas de conductibilité des gaz : celui des flammes, celui des gaz au contact de conducteurs chauffés à blanc, celui des gaz traversés par la lumière ultra-violette, ou plutôt adjacents à un pôle négatif sur lequel tombe cette lumière.

Dès 1881, Riecke tente de mesurer le rapport $\frac{e}{m}$ au moyen de la déviation magnétique des rayons cathodiques. Schuster suit la même voie trois ans plus tard, et trouve une valeur peu différente de celles qu'on obtint par la suite. Giese, en 1882, Kollert en 1884, Arrhenius en 1887 se prononcent pour la conductibilité électrolytique au moyen d'ions ou d'atomes ; mais Elster et Geitel, à différentes reprises, Nahrwold, Wiedemann et Ebert la

repoussent. En 1889 la théorie électrolytique gagne visiblement du terrain : Elster et Geitel finissent par s'y rallier ; et l'année suivante J. J. Thomson, qui devait avec ses élèves de Cambridge achever de la fonder, commence à s'en occuper et détermine à son tour le rapport $\frac{e}{m}$.

Les adhésions se multiplient, et cependant les protestations ne cessent de se faire entendre. C'est qu'en effet les partisans de la doctrine des ions n'ont pas encore d'arguments décisifs à faire valoir, et ne parviennent même pas à présenter leurs hypothèses sous une forme précise qui supporte d'être confrontée en détail avec les faits. Ils ne s'en tiennent à leur manière de voir qu'en vertu de vraisemblances vagues et d'un sentiment instinctif. Leurs adversaires, de leur côté, tout en faisant valoir les énormes lacunes de la théorie électrolytique, ne parviennent à la remplacer par rien d'acceptable.

Telle était la situation au moment où la sensationnelle découverte de Roentgen, suivie bientôt de celle de Becquerel, ramena l'attention sur les décharges cathodiques en particulier, et sur l'électricité transportée dans les gaz en général. Mais il importe de la préciser.

Ce qui séduisait surtout les physiciens qui s'efforçaient d'expliquer la conductibilité dans les gaz par des mécanismes analogues à l'électrolyse des liquides, c'était l'éclatant succès que venait de remporter Arrhenius en introduisant dans la théorie des dissolutions de Van 't Hoff, l'hypothèse de la dissociation pour le cas des électrolytes. D'après Van 't Hoff un corps dissous se trouve dans le dissolvant comme un gaz dans l'éther, c'est-à-dire que ses molécules s'y trouvent séparées par des espaces considérables relativement à leurs grandeurs, et par suite, peuvent, dans leurs mouvements relatifs, suivre les lois des gaz. Il s'agit, bien entendu, de dissolutions étendues ; concentrées, elles sont régies par des lois différentes, tout comme les gaz et les vapeurs peu éloignés de leur

point de liquéfaction. L'expérience a parfaitement vérifié ces prévisions.

On doit donc admettre qu'un volume donné d'une dissolution, d'un degré de concentration déterminé, contient toujours le même nombre de molécules du corps dissous, quelle que soit sa nature; que ces molécules tendent à occuper un volume toujours plus grand, ce qui se manifeste par leur tendance à attirer l'eau à travers les parois poreuses (ou plutôt semi-perméables), et se mesure par la pression qu'il faudrait y opposer pour l'empêcher (pression osmotique); enfin, que les relations entre cette pression et le volume sont données par les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, résumées dans la formule $pv = RT$, où la constante R a précisément la même valeur que dans les gaz.

Or il s'est trouvé qu'une classe bien définie de dissolutions, celle des sels susceptibles de décomposition par le courant électrique, des électrolytes en un mot, faisait exception à ces lois générales. On y constatait toujours des pressions supérieures à celles que leur assignait leur concentration. Arrhenius eut la gloire d'expliquer cette anomalie. Au grand scandale des chimistes, il osa soutenir que certaines des molécules dissoutes sont dissociées, et qu'à une faiblesse de dilution suffisante elles le sont toutes. L'augmentation anormale de pression résulterait ainsi de l'augmentation du nombre des molécules par le dédoublement de certaines d'entre elles, exactement comme dans le cas de la dissociation par la chaleur. Ce seraient alors les produits de dissociation, appelés *ions*, qui seuls serviraient de véhicules au courant électrique. Toute molécule normale contiendrait deux ions chargés l'un positivement l'autre négativement, qui se neutraliseraient. Une fois dissociés — et l'énergie de dissociation serait empruntée à la chaleur de dissolution elle-même — ces ions suivraient les lignes de force en se dirigeant les uns vers l'électrode positive, les autres vers l'électrode

négative. Là ils abandonneraient au métal de l'électrode leurs charges électriques, qui y chemineraient ensuite suivant les lois de la conductibilité métallique. Par là même, les atomes chimiques qui s'y trouvaient joints se déposeraient sur la même électrode. Le courant électrique, dans le sein d'un électrolyte, consisterait donc toujours dans le passage simultané et en sens contraire de deux trains, deux chapelets d'atomes ou de groupes d'atomes chargés électriquement.

Les charges des ions sont très considérables. On les calcule aisément. Il suffit de mesurer, d'une part l'intensité du courant dans l'électrolyte pendant un temps donné, d'autre part le poids du métal déposé ou du gaz dégagé. On trouve ainsi qu'un gramme d'ions d'hydrogène transporte 100 000 coulombs d'électricité positive. Pour transporter la même charge, les ions d'un autre élément doivent avoir, d'après la loi de Faraday, un poids égal à celui de l'hydrogène, multiplié par leur équivalent chimique. Il en résulte qu'une même quantité d'électricité adhère à l'équivalent de chaque espèce de substance chimique, d'où l'on pourrait conclure déjà, avec autant de raison que dans les théories chimiques, que l'électricité, telle du moins qu'elle se manifeste dans l'électrolyse, est atomique, c'est-à-dire qu'elle se rencontre toujours en quantités qui sont des multiples entiers d'une quantité élémentaire, d'un atome d'électricité. Cette dernière conclusion, hâtons-nous de le dire, énoncée explicitement par Helmholtz dès 1880, n'a été acceptée généralement qu'après la constitution de la théorie électronique.

On représente généralement par $\frac{e}{m}$ le rapport de la charge électrique e, exprimée soit en unités électrostatiques soit en unités électromagnétiques, à la masse m de l'ion, exprimée en grammes. Dans le cas de l'hydrogène, en unités électromagnétiques, ce rapport est égal à $9,5 \,.\, 10^3$, soit 10 000 environ. Il est plus petit pour tous les autres corps, puisque la masse y est plus grande.

La vitesse avec laquelle l'ion hydrogène chemine vers l'électrode négative dans les électrolytes est, au contraire, la plus grande connue ; elle n'atteint cependant, pour une chute de potentiel de 1 volt par centimètre, que $2{,}94 \cdot 10^{-3}$ centimètre, soit 0,0294 millimètre par seconde.

Vivement combattue d'abord, cette doctrine hardie ne tarda pas à se faire sa place dans la science. Pour réfuter les objections des chimistes, il lui suffit de montrer que les énormes charges électriques portées par les ions suffisent à rendre compte, d'une part, de la possibilité de l'existence d'atomes dissociés qu'on ne peut néanmoins recueillir séparément par aucun moyen autre que l'électricité ; et d'autre part, de l'inhibition des affinités chimiques très énergiques de ces atomes pour leur dissolvant. Ce sont, dans les deux cas, les attractions et répulsions mutuelles des charges électriques qui masquent et neutralisent l'effet des forces chimiques. Aujourd'hui on peut dire que cette théorie a entièrement supplanté l'ancienne et classique théorie de Grotthus.

On s'attendait donc à voir l'explication du passage de l'électricité dans les gaz bénéficier, par contre-coup, du service rendu à celle du passage de l'électricité dans les dissolutions par la théorie cinétique des gaz ; et voilà pourquoi, malgré des échecs répétés et des oppositions très vives, on continuait à chercher dans la même voie.

Naturellement, on se servit pour cela de toutes les données acquises dans l'étude de l'électrolyse. Sans doute, on se rendait bien compte que certaines de ces données devraient être modifiées pour s'adapter à un phénomène aussi éloigné en apparence du passage de l'électricité dans les solutions que celui des décharges électriques dans les gaz ; mais lesquelles, et dans quelle mesure ? Rien ne l'indiquait.

C'est ici que l'intervention des nouveaux rayonnements fut décisive, et c'est à J. J. Thomson qu'était réservée la

gloire de le démontrer le premier. On l'a dit en commençant, les rayons cathodiques jouissent de propriétés qui font naître invinciblement l'idée d'un transport de matière électrisée douée d'une très grande vitesse. D'autre part, ce transport se traduisant, à l'inverse de ce qu'on observe dans les électrolytes, par un phénomène visible dans l'intervalle qui sépare les électrodes, et non pas sur celles-ci (du moins sur l'anode), on pouvait espérer rencontrer une méthode de mesure conduisant non plus seulement à la connaissance du rapport $\frac{e}{m}$ de la charge à la masse, mais en outre à celle de la masse elle-même. Pour celle-ci néanmoins on fut obligé de recourir à d'autres moyens.

Tout d'abord, la vitesse v et le rapport $\frac{e}{m}$ sont aisés à connaître. Si l'on approche un aimant d'un tube à gaz raréfié où se produisent des rayons cathodiques, par exemple d'un de ces tubes de Crookes où les rayons dessinent sur la paroi opposée à la cathode l'ombre d'une croix placée au centre, on voit les rayons se courber vers l'aimant ou s'en détourner, suivant la position de ses pôles. Si l'on remplace l'aimant par un fil électrisé, on constate des effets semblables. La répulsion a lieu quand le fil est négatif : les rayons sont donc, eux aussi, chargés négativement. Les deux actions, celle de l'aimant et celle du fil électrisé, dépendent de la vitesse v des rayons, des masses m et des charges électriques e. Les lois de cette dépendance étant connues, les mesures fourniront deux équations, dont on pourra tirer v et le rapport $\frac{e}{m}$.

La vitesse v a été trouvée très variable suivant une foule de circonstances : il fallait s'y attendre, évidemment. Dans les tubes à vide très poussé cette vitesse est, en général, énorme ; elle peut atteindre 50 000 ou 100 000 kilomètres par seconde, ou plus encore. Le rapport $\frac{e}{m}$, au contraire, s'est montré constant dans les conditions expérimentales les plus variées, mais très différent du rapport correspon-

dant au cas des électrolytes : sa valeur est au moins mille fois plus grande que celle de $\frac{e}{m}$ pour l'hydrogène. Dans les anciennes déterminations, il oscillait autour de 1.10^7. Actuellement on regarde comme plus probables les mesures récentes de Simon, de Kauffmann et de Seitz, qui ont obtenu indépendamment $1,86.10^7$, $1,865.10^7$ et $1,87.10^7$. Il vaut donc environ 1800 fois celui de l'hydrogène dans l'électrolyse.

Donc, ou bien l'ion des gaz est mille fois plus petit que l'ion des électrolytes, ou bien la charge que porte le premier est mille fois plus grande que celle du second. Pour décider ce point, il restait à déterminer séparément e ou m. Ce fut encore l'œuvre de J. J. Thomson. Il se servit pour cela des rayons cathodiques produits, à la pression atmosphérique, par l'action de la lumière violette et ultra-violette, sur certains métaux tels que le zinc et l'aluminium, action découverte par Lenard. La vitesse v, dans ces conditions, n'est que de 1000 kilomètres par seconde. Le rapport $\frac{e}{m}$ se montra toujours constant et égal à ce qu'il est dans les tubes Roentgen ou Crookes. Mais il fut possible de mesurer la charge e, grâce à la propriété que possèdent les rayons cathodiques de provoquer la condensation de la vapeur d'eau. Par une méthode que nous n'avons pas à exposer ici, on peut calculer le poids moyen des gouttelettes formées : pour avoir leur nombre il suffit de diviser par ce poids le poids total. Enfin la charge électrique totale divisée par le nombre des gouttelettes, fait connaître la charge de chaque électron. Car on admet que chaque gouttelette s'est formée autour d'un électron. Or cette charge s'est trouvée égale à celle que transportent les ions dans l'électrolyse, d'où il résulte que la masse de l'ion cathodique est plus de mille fois moindre que celle de l'ion électrolytique.

Voilà donc la source des difficultés qui avaient toujours arrêté les savants dans l'application de la théorie électrolytique aux phénomènes électriques dans les gaz. L'ion

des gaz n'est pas celui des dissolutions : il n'en est qu'une fraction infime. Et ainsi tombe, du même coup, une des principales objections qu'on faisait autrefois contre la dissociation électrique dans les gaz. Car, si l'on se figure malaisément comment un gaz composé d'atomes simples et tous identiques pourrait subir une dissociation, c'est-à-dire une séparation de ses éléments en particules douées de propriétés différentes, il est tout naturel, au contraire, que des particules mille fois plus petites que les atomes et liées à de fortes charges électriques, jouissent de propriétés bien différentes de celles des atomes eux-mêmes. Il n'est pas moins naturel qu'on ne puisse déceler aucune altération chimique notable dans un corps dont quelques atomes ont perdu un millième de leur masse.

Ce résultat est certes bien inattendu. Prétendre diviser l'atome lui-même, cet élément dernier de la matière, n'est-ce pas renverser le fondement de toutes nos théories sur la constitution des corps? La prétention est assurément audacieuse, et de nature à entraîner des conséquences philosophiques extrêmement graves, si graves même que beaucoup de savants et les chimistes en particulier, de nouveau et plus rudement atteints dans leurs convictions les plus chères par cette incursion inattendue des théories électriques sur leur domaine, se refusèrent à y croire. Nous voici donc en présence d'un fragment d'atome, c'est-à-dire d'une partie de ce qui est, par définition, l'indivisible. Que deviennent alors les théories fondamentales de la chimie et l'hypothèse atomique?

Remarquons qu'à les prendre dans leurs conclusions légitimes et rigoureuses, ces théories restent absolument inébranlables et même hors de question. En effet, ce qui découle directement de l'expérience, c'est uniquement ceci : que l'atome n'est pas divisible *chimiquement* (ni mécaniquement, bien entendu) par les moyens dont on dispose actuellement. La chimie n'a nul besoin d'aller au

delà, et si elle le fait, sa conclusion dépasse les prémisses. Que si l'on vient à découvrir un mode de division de la matière qui va au delà de l'atome, mais s'opère par des moyens qui sont en dehors de son domaine et ne conduisent pas à des phénomènes qui y rentrent, elle n'a pas à s'en alarmer ni à modifier ses propres doctrines. Il reste vrai, néanmoins, qu'elle a été trop loin en affirmant l'insécabilité *absolue* de ses éléments derniers, ou qu'avec sa complicité d'autres ont fait cette extension.

Il n'y aura qu'une chose à faire, c'est de retirer ces affirmations hasardées. Elles ne sortaient pas de ses principes : on lui aura rendu le service de le lui faire remarquer. Combien n'y a-t-il pas encore, dans d'autres domaines de la science que la chimie, de ces généralisations illégitimes ou de ces limitations factices, que de prochaines découvertes feront disparaître ? On les admet, ou plutôt on les tolère provisoirement, parce qu'on leur reconnaît certaines probabilités et qu'il n'y a pas de raison convaincante pour les écarter. Seulement, il reste vrai que les profanes et parfois aussi les initiés, voire les maîtres, ne saisissent pas toujours exactement ou finissent par perdre de vue le caractère de pure probabilité qui distingue ces conclusions des résultats définitivement acquis. Il n'y a pas lieu de s'en étonner ni d'en gémir. Nos facultés essentiellement bornées seront toujours sujettes à des erreurs de ce genre. Le progrès consiste à les reconnaître et à les éliminer.

Quant à la répugnance que l'on éprouve à diviser encore ces atomes déjà si invraisemblablement ténus qu'ils échappent complètement à nos moyens d'investigation les plus puissants, il n'y a pas lieu de s'y arrêter. Si nous admettons les atomes sans les avoir vus ni mesurés, parce que des théories plausibles les affirment, il n'y a rien qui doive nous empêcher de faire le même accueil aux électrons si leur existence est postulée par une théorie sérieuse.

Il n'est pas très difficile d'ailleurs d'assigner une cause

suffisante à la décomposition de l'atome lui-même, et de faire voir que quantitativement les actions invoquées sont parfaitement suffisantes. Pour décomposer un atome il faut dépenser de l'énergie, évidemment, de même qu'il en faut dépenser pour détruire une molécule. Ainsi, en chauffant une molécule à la température de l'arc électrique, c'est-à-dire à près de 4000 degrés absolus, nous lui communiquons une énergie cinétique suffisante pour vaincre l'affinité chimique ; nous opérons la dissociation chimique de cette molécule. Or on a calculé qu'un degré de température absolue équivaut à $2,3.10^{-16}$ erg environ. A 4000°, par conséquent, l'énergie cinétique moyenne sera $9,2.10^{-13}$ erg.

Considérons maintenant une particule électrique, un électron, qui, dans un gaz, suit d'abord sans obstacle une ligne de force, et ensuite rencontre une particule neutre. Pendant son parcours libre il a augmenté de vitesse, c'est-à-dire amassé de l'énergie cinétique aux dépens de l'énergie électrique du champ. Au moment du choc, cette énergie cinétique se communique à la particule neutre heurtée, et on pourra, si l'on veut, supposer qu'elle y passe en grande partie à l'état de mouvement vibratoire, c'est-à-dire de chaleur, exactement comme dans le choc des corps de dimensions finies. L'énergie développée sera d'ailleurs d'autant plus grande que le libre parcours sera plus long et la force du champ plus grande. Or nous pouvons augmenter à la fois l'un et l'autre : le premier en raréfiant le gaz, la seconde en élevant la différence de potentiel. Dans ces conditions il n'y a plus rien d'invraisemblable à supposer une énergie cinétique (une température, si l'on préfère) si élevée que l'existence de l'atome y devienne impossible, au même titre que celle de la molécule dans un gaz dissocié à la température de quelques milliers de degrés.

Le calcul est très simple. Faisons parcourir à un électron une différence de potentiel de 1 volt. Le travail

produit, qui mesure l'énergie cinétique emmagasinée, sera donné en ergs par le produit de la masse électrostatique de l'élément et de la différence de potentiel exprimée en unités électrostatiques, c'est-à-dire $4,2.10^{-10} \times \frac{1}{300} = 1,4.10^{-12}$ erg, ce qui correspond à une température de 6080° absolus. Pour une différence de potentiel de 10 000 volts, on obtiendrait par conséquent une énergie correspondant à plus de soixante millions de degrés.

Bien entendu, on ne prétend pas que ces températures soient effectivement atteintes. Tout d'abord, la quantité de chaleur produite doit se répartir entre l'électron mobile et l'élément neutre qu'il choque. En outre, il ne sera pas possible de mettre ces températures en évidence par les moyens ordinaires, parce qu'elles ne se produisent que sur des atomes individuels, et non pas dans une masse finie, c'est-à-dire un ensemble de molécules. Tout ce qu'on a voulu, c'est de montrer qu'il y a des raisons plausibles d'admettre que la température ou l'énergie cinétique peut être suffisante pour atteindre des points de dissociation situés bien au-dessus de toutes les températures que nous pouvons produire par d'autres moyens.

De l'erreur qui a régné dans les essais de théorie électrolytique de l'électricité par rapport aux masses transportées, il est resté une confusion dans le langage. On a commencé par introduire dans les hypothèses nouvelles l'idée de l'ion électrolytique connu dans les solutions : et le nom même d'*ion* a pris pied dans ce nouveau domaine. Or, comme on vient de le voir, il faut lui donner là une acception toute différente. Nous allons donc, dans ce travail, l'abandonner complètement, et adopter celui d'*électron* (1) qui n'offrira aucune ambiguïté. C'est G. Johnston

(1) Lord Kelvin l'emploie sous la forme *électrion*, pour rappeler, par la présence du mot *ion*, l'analogie électrolytique. Son exemple n'a pas été suivi De fait, *électrion* n'a aucun avantage sur *électron*.

Stoney qui l'employa le premier, dès 1874. Aujourd'hui, il est d'usage courant, mais non encore universel. On ne peut que souhaiter de voir son usage s'étendre, et remplacer complètement celui du mot *ion*, ainsi que celui de ses dérivés *ioniser* et *ionisation*, qui servent à désigner l'action des causes capables de provoquer la dissociation électrique de l'atome.

Il restera bien entendu que si nous considérons dorénavant l'électricité comme un fluide à constitution moléculaire analogue à celle des gaz, nous nous garderons soigneusement de recommencer l'erreur des théories chimiques, en affirmant l'impossibilité d'une division ultérieure de ses éléments derniers. Ce seront simplement pour nous les derniers éléments actuellement connus, que des découvertes nouvelles forceront peut-être de segmenter un jour. Leur valeur a été déterminée bien des fois déjà, par des méthodes diverses. J. J. Thomson lui assigne le nombre $6,5 \cdot 10^{-10}$ unité électrostatique, Planck $4,69 \cdot 10^{-10}$. La moyenne d'un grand nombre d'autres mesures est $4,2 \cdot 10^{-10}$ unité électrostatique.

Il n'a été question jusqu'à présent que de l'élément négatif. Sur la nature de l'élément positif on possède à cette heure assez peu de renseignements. Après le départ d'un électron négatif, il reste un noyau chargé positivement, l'ensemble étant supposé neutre au début. Ce noyau contient-il encore d'autres électrons négatifs qui peuvent en être détachés successivement ? L'introduction des électrons dans la théorie électromagnétique de la lumière rend l'affirmative extrêmement probable, comme nous le verrons tout à l'heure. Mais, de toute façon, le départ d'un second corpuscule doit être bien plus difficile à provoquer que celui du premier, le départ d'un troisième plus difficile encore, et ainsi des autres ; puisque, à chaque fois, il reste sur le noyau un excès de charge positive toujours croissant, qui exerce une attraction de plus en

plus énergique sur les électrons négatifs qu'on voudrait lui enlever.

Quoi qu'il en soit de ce point spécial, les noyaux positifs ont été reconnus dans les *Kanalstrahlen* découverts par Goldstein en 1886. Cette nouvelle espèce de rayons se produit nettement dans un tube à gaz raréfié, sur la face postérieure de la cathode, lorsque celle-ci est percée de petits trous ou de petits canaux (de là leur nom), et ils constituent les prolongements des rayons cathodiques. En 1898, W. Wien démontra qu'ils en sont le phénomène complémentaire. En effet, ils se laissent dévier par des champs électrostatiques puissants et par des champs magnétiques : ils sont donc constitués de particules matérielles électrisées. Leur charge est positive, car ils chargent positivement une boule reliée à un électromètre, et leurs déviations, soit magnétiques, soit électrostatiques, se font en sens contraire de celles des rayons cathodiques.

Les mesures sont d'ailleurs bien plus difficiles que celles des rayons cathodiques, à raison de leurs vitesses notablement moindres (un millier de fois au moins) et de leurs moindres parcours libres. En outre, il en existe de plusieurs espèces, qui subissent des déviations inégales dans le champ magnétique. Elles se produisent simultanément, de telle sorte que les rayons déviés s'étalent en éventail continu. Wien a étudié un faisceau de rayons-canaux qui se divisait en trois pinceaux inégalement déviés, pour lesquels les rapports $\frac{e}{m}$ étaient respectivement égaux au maximum à 10,1, à 1010 et à 36 360. Cette dernière valeur est de l'ordre de celle de l'hydrogène dans l'électrolyse : 10 000. Dans d'autres cas, la valeur 10 000 a été obtenue exactement. Comme tout fait croire qu'ici encore, comme dans le cas des électrons négatifs, la charge élémentaire est invariablement la même dans tous les cas, il en résulte que dans le pinceau le plus dévié la masse est de l'ordre de grandeur de la masse atomique, et que dans

les deux autres elle est même beaucoup plus grande. De telle sorte qu'il faut attribuer comme supports aux électrons positifs, non seulement les noyaux atomiques auxquels ont été arrachés les électrons négatifs des rayons cathodiques, mais encore des agrégats d'atomes parmi lesquels un seul serait dissocié.

Wien et d'autres après lui admirent d'abord que la matière liée à l'électricité transportée était celle de la cathode même. De fait, il s'en forme un dépôt sur le verre à l'endroit où les rayons le frappent. En réalité, ce phénomène est accessoire, et l'on s'accorde généralement aujourd'hui à regarder comme le support matériel des charges électriques les produits de dissociation de l'atome du gaz ; de celui de l'oxygène, par exemple, dans l'air raréfié. D'ailleurs Wehnelt et O. Berg ont démontré que l'origine des rayons-canaux n'est pas à la cathode, mais à l'anode, ou tout au moins dans l'espace situé entre les deux. Ainsi le premier obtint des ombres très nettes sur la cathode en introduisant un fil dans l'espace sombre de Crookes. Wüllner arrive à des conclusions semblables par l'étude spectrale des lueurs de la décharge. Nulle part il ne put déceler les raies des métaux, tandis qu'il obtint dans les rayons-canaux, et là seulement, les raies de l'oxygène.

On a voulu s'appuyer aussi, pour trancher cette question, sur le pouvoir oxydant des rayons anodiques et sur le pouvoir réducteur des rayons cathodiques. Mais alors il faut tenir compte d'actions secondaires compliquées, et trop peu éclaircies pour être considérées ici.

Remarquons que l'électricité positive se montre jusqu'ici invariablement unie à l'atome. Il en est de même dans tous les phénomènes que nous aurons encore à considérer. On ne connaît donc pas encore, du moins d'une façon certaine, l'électron positif isolé, comme on connaît

l'électron négatif. C'est celui-ci qui se montre libre et mobile dans toutes les expériences, contrairement à ce que pensait Weber. C'est lui qui joue le rôle principal. L'électron positif serait-il effectivement inséparable de l'atome, ou bien l'état positif ne serait-il constitué essentiellement que par une diminution de la quantité normale d'électrons négatifs ? L'avenir sans doute nous l'apprendra. Dans ce cas, nous n'aurions plus qu'une seule espèce d'électricité, et nous retournerions à la théorie de Franklin, avec cette différence toutefois que ce serait l'état dit *positif* qui correspondrait à un manque d'électricité, donc à une quantité négative. C'est une anomalie fâcheuse, qui choque assez profondément les habitudes du langage. Du reste, à supposer même que les deux fluides doivent être conserves, nous eussions préféré donner le signe + à celui qui joue le premier rôle. Mais pouvait-on, autrefois, quand on s'habitua, sans rien avoir de précis pour fixer le choix, à appeler *positive* l'électricité vitrée et *négative* la résineuse, pouvait-on prévoir qu'il y aurait plus tard des raisons d'intervertir ces dénominations?

L'étude des gaz n'est pas la seule voie qui ait conduit à la conception des électrons. Je l'ai exposée d'abord, parce qu'elle a fourni les arguments décisifs, et en même temps très simples, qui ont emporté l'adhésion des physiciens ; mais la théorie électromagnétique de la lumière avait depuis quelque temps donné des résultats analogues. Seulement, comme elle n'est qu'une conséquence indirecte des théories électriques proprement dites, et qu'à ce titre on ne lui accorda longtemps qu'une adhésion conditionnelle, entourée de nombreuses restrictions, on n'osait pas remonter de là à l'idée qu'on se fait de l'électricité elle-même, et lui appliquer franchement les mêmes conclusions. Après tout, les moyens de contrôle direct faisant défaut, cette réserve s'imposait.

On sait que Maxwell a eu l'audace d'avancer que les

vibrations lumineuses sont dues, non pas aux oscillations de l'éther, comme le demandait Fresnel dans sa théorie mécanique, universellement admise à cette époque, mais bien aux oscillations des charges électriques des molécules. Il en résulte immédiatement que l'influence de chaque corps sur les phénomènes optiques, électriques et magnétiques, doit relever d'une même propriété fondamentale de ce corps, et par conséquent s'exprimer par des formules qui relient les caractéristiques de ce corps à ces trois points de vue.

En écrivant les équations de la propagation d'une perturbation électromagnétique qui s'avance par ondes planes, Maxwell les trouve identiques à celles qui donnent les composantes du déplacement d'une molécule d'un milieu élastique suivant une onde plane, à la condition de considérer comme la vitesse de propagation l'expression $\frac{1}{\sqrt{K\mu}}$ qui se présente dans les formules. K est le pouvoir inducteur spécifique, μ le coefficient de perméabilité magnétique, l'un et l'autre exprimés dans le système électromagnétique. μ étant sensiblement égal à l'unité dans les corps transparents, l'expression se réduit à la valeur très approchée $\frac{1}{\sqrt{K}}$. Or il est facile de montrer que cette vitesse doit être égale au rapport des unités de quantité d'électricité dans le système électrostatique et dans le système électromagnétique. Ce dernier rapport a pu être évalué expérimentalement de plusieurs manières : toutes se sont accordées à lui assigner une valeur sensiblement identique à celle de la vitesse de la lumière, et d'autant plus proche que les méthodes se perfectionnaient davantage. Cette première relation est donc parfaitement vérifiée.

Il n'en est pas de même de la seconde, la fameuse relation de Maxwell en vertu de laquelle le pouvoir inducteur spécifique d'un corps doit être égal au carré de son indice de réfraction absolu. Voici comment il y est amené.

L'indice de réfraction par rapport au vide est le rapport des vitesses de la lumière dans le vide et dans le corps : $n = \frac{V_1}{V}$. Ces vitesses étant d'autre part, en vertu des relations précédentes, égales à $\frac{1}{\sqrt{K}}$ pour le corps et à 1 pour le vide (où $K = 1$), on a immédiatement $n = \sqrt{K}$ ou $n^2 = K$. Mais n variant avec la longueur d'onde, il faut prendre la valeur correspondante à des ondes de très longue période, puisque les opérations dans lesquelles on mesure K sont relativement très lentes. On ne peut y arriver que par l'extension d'une formule des théories optiques qui relie les indices aux longueurs d'onde. La légitimité de cette extension n'est pas certaine.

L'incertitude sur la validité et la généralité de cette loi se prolongea pendant fort longtemps, à cause de la grande difficulté des mesures de constantes diélectriques ; mais, à mesure que les déterminations se faisaient avec plus de précision, il devint de plus en plus évident que si beaucoup de corps, surtout les gaz et quelques liquides, suivaient exactement la loi de Maxwell, beaucoup d'autres, les solides en général, un grand nombre de liquides, et en particulier l'eau, montraient des écarts énormes, absolument incompatibles avec l'exactitude même approchée de la loi telle qu'elle avait été formulée d'abord. De plus, cette même loi se montrait impuissante à rendre compte de la dépendance de l'indice vis-à-vis de la couleur.

Pour combler cette dernière lacune, le physicien hollandais Lorentz avait proposé, en 1880, d'attribuer à chaque molécule des vibrations électriques de période particulière : « dans chaque particule, dit-il, il peut se trouver plusieurs points matériels chargés d'électricité, parmi lesquels néanmoins un seul serait mobile avec une charge e et une masse μ ». De cette hypothèse il avait ensuite déduit les équations de la dispersion.

Helmholtz, un peu après, dans un discours prononcé à

la mémoire de Faraday, énonça des idées analogues, à propos des travaux de l'illustre physicien anglais sur l'électrolyse, et arriva à cette conclusion que « nous devons concevoir l'éther aussi corporellement que la matière, c'est-à-dire que nous devons lui attribuer aussi des atomes invariables ». De ce que les atomes d'un sel, par exemple NaCl, communiquent invariablement les mêmes quantités d'électricité aux électrodes dans l'électrolyse de ce sel, il trouvait naturel de conclure qu'avant la décomposition ces quantités étaient adhérentes à ces mêmes atomes, et que dans le sel solide traversé par un rayon lumineux, chacune d'elles devait vibrer sous le choc de ce rayon, en entraînant dans son mouvement l'atome auquel elle est attachée. Cet entraînement se produirait avec d'autant plus de facilité que la période de vibration naturelle de l'atome serait plus voisine de celle de la lumière incidente. Ainsi s'expliquerait la relation entre l'indice de réfraction et la longueur d'onde. De fait, les formules déduites de ces hypothèses par Helmholtz dès 1874 la représentent très bien et s'appliquent même aux phénomènes de dispersion anormale.

A cette époque la théorie électromagnétique de Maxwell était considérée plutôt comme une espèce de poème mathématique, grandiose création d'une imagination puissante, que comme une représentation fidèle de la réalité ou un instrument commode de découverte. Les idées de Lorentz et de Helmholtz ne furent donc pas approfondies, jusqu'au moment où les immortelles expériences de Hertz sur les oscillations électriques, en confirmant les prévisions de Maxwell, donnèrent à ses théories une base expérimentale solide. C'est alors que l'on commença à chercher, au moyen de la théorie cinétique des gaz, à déterminer la grandeur des particules électriques propres à être le support des vibrations lumineuses, auxquelles G. Johnston Stoney avait déjà donné le nom d'*électrons*. On obtint ainsi pour la charge électrique minimum, des

valeurs qui ne répugnaient nullement à l'expérience, mais d'ailleurs assez imprécises.

Lorentz, de son côté, avait repris la question. En 1892, il publia dans les ARCHIVES NÉERLANDAISES DES SCIENCES EXACTES ET NATURELLES, un grand mémoire sur la théorie électromagnétique de Maxwell. Il y précise l'hypothèse des particules mobiles chargées électriquement, et modifie en conséquence les développements mathématiques de l'illustre théoricien anglais. Pour l'éther libre, les équations de Maxwell sont conservées sans changement. Dans les corps, l'éther interatomique reste également inaltéré : mais les phénomènes optiques et électriques y sont influencés par les charges électriques mobiles qui s'y rencontrent, et qui ont une période de vibration propre dépendant de leur masse. Lorentz trouve alors que pour une valeur suffisante de la masse de ces particules vibrantes, l'indice de réfraction sera d'autant plus grand que la durée des vibrations est plus petite. On retrouve ainsi le rôle considérable que joue la masse dans toutes les théories modernes de la dispersion depuis Helmholtz.

D'autre part, ses calculs le conduisent à conclure que, si la durée des oscillations est suffisamment longue, on aura à peu près l'égalité de Maxwell $n^2 = K$; mais, qu'en général, K dépend de la longueur d'onde aussi bien que n. La loi de cette dépendance peut s'énoncer en disant que la constante diélectrique K est la somme des constantes diélectriques de l'éther et des diverses espèces de particules, de celles du moins dont les vibrations naturelles sont de grande longueur d'onde. Dès lors, toutes les contradictions s'évanouissent. Le pouvoir inducteur n'apparaît plus ainsi comme une propriété primordiale, mais comme une qualité dérivée et secondaire. La constante K n'a plus le même sens que chez Maxwell. A vrai dire, ce n'est plus une constante : c'est une fonction des masses et des constantes diélectriques des particules individuelles. Il en est de même de la constante magnétique.

Enfin, et c'est là une des parties principales du mémoire, Lorentz arrive à une théorie beaucoup plus satisfaisante de la propagation de la lumière dans les corps en mouvement. Les difficultés de l'aberration, en particulier, dans le cas des étoiles, s'y trouvent résolues. La constante d'entraînement de Fresnel et le principe de Doppler s'en déduisent immédiatement aussi.

Larmor a donné plus tard une théorie également développée au point de vue mathématique, fondée aussi sur la considération des électrons, avec quelques différences dans les hypothèses accessoires, et qui conduit en général aux mêmes résultats.

Une découverte retentissante ne devait pas tarder à couronner les remarquables travaux de Lorentz. Faraday avait autrefois étudié les actions du champ magnétique sur la lumière. Il avait découvert la polarisation magnétique rotatoire, mais n'avait pas réussi à mettre en évidence une autre action qu'il soupçonnait : celle qui s'exercerait sur la source même des rayons lumineux placée dans le champ. Un élève de Lorentz, P. Zeeman, la découvrit en 1896. Elle se présenta sous la forme du dédoublement ou de la résolution de certaines raies du spectre en groupes de plusieurs raies très voisines. On en reconnut d'abord de deux, puis de trois, de quatre lignes, et on les appela *doublets*, *triplets*, etc. Or ce phénomène pouvait être déduit facilement de la théorie de Lorentz, et par surcroît, la polarisation rotatoire elle-même, qui n'avait jamais pu être rattachée à une théorie, reçut son explication du même coup. Bien plus, Lorentz prédit que les bords de ces raies élémentaires se trouveraient être polarisés, en indiquant dans quel sens. Et effectivement, Zeeman constata que les raies, examinées parallèlement au champ magnétique, étaient polarisées circulairement en sens inverse ; examinées perpendiculairement au champ, elles avaient une polarisation recti-

ligne. Le sens, en outre, était bien celui qu'avait prévu Lorentz.

Sans doute, une étude ultérieure du phénomène montra des complications croissantes, qui exigèrent des modifications ou, pour mieux dire un développement de la théorie. Mais la vérification n'en demeure pas moins remarquable.

« Elle montre, dit M. Deslandres (1), quels grands services l'emploi judicieux de théories peut rendre à l'observateur ; elle est même un des cas très rares où, pour un fait important et très nouveau, la théorie a précédé et aidé largement l'expérimentation. »

Les mesures effectuées sur l'effet Zeeman permirent de déterminer la masse inerte liée aux charges oscillantes. On trouva que l'électron mobile est toujours négatif, tandis que les charges positives sont fixes. Le rapport de la charge à la masse se traduit par $1,7 . 10^7$ unités électromagnétiques par gramme. Le gramme d'hydrogène ne portant que 9650 unités dans l'électrolyse, on retrouve sensiblement la grandeur assignée aux masses et aux charges des électrons par les phénomènes cathodiques, ainsi que les signes des charges et toutes les autres propriétés importantes.

Ce sont donc bien les mêmes particules qui vibrent dans le phénomène lumineux, et qui se séparent par dissociation dans le phénomène électrique.

II

Après cette revue des circonstances historiques et des nécessités logiques qui ont introduit dans la science le concept des électrons, il reste maintenant à préciser ce concept en lui-même, et à montrer comment il peut servir à l'explication des principaux phénomènes de l'électricité, ainsi que de leurs relations avec des phénomènes relevant

(1) BULLETIN ASTRONOMIQUE, XV, p. 256 (juillet 1898).

d'autres chapitres de la physique. En fait, cet exposé embrassera les phénomènes calorifiques et quelques détails complémentaires concernant l'optique.

Les principaux travaux sur ces divers sujets sont dus à E. Riecke, P. Drude et W. Voigt. Les deux premiers se sont occupés des phénomènes thermiques et galvaniques, le second y a joint en outre le point de vue optique. Le dernier a étudié les phénomènes purement magnétiques. Tous les trois ont poussé l'analyse mathématique assez loin pour en tirer des résultats numériques directement comparables aux données de l'expérience, et cette comparaison leur a été favorable. Il ne saurait être question évidemment d'exposer ici ces développements mathématiques. Mais il est possible d'esquisser l'adaptation des hypothèses fondamentales à chaque question particulière, ainsi que les vérifications expérimentales qui leur ont apporté une confirmation indirecte.

On peut tout d'abord faire remarquer, avec Drude, qu'il n'est nullement nécessaire de joindre aux électrons mobiles des masses matérielles pondérables mobiles avec eux, de telle façon qu'on s'interdise de considérer en aucun cas des particules électriques entièrement libres. On a admis que les électrons étaient portés par des particules matérielles, parce que, dans la déviation des rayons cathodiques, sous l'influence des champs magnétiques et électriques (ainsi que dans les propriétés optiques des métaux, d'après Drude), ils témoignent d'une certaine énergie cinétique de mouvement, et d'une certaine inertie dans les modifications du mouvement. Or cette conclusion ne s'impose pas.

En effet, tout électron en mouvement équivaut, d'après les idées reçues, à un courant électrique. Mais celui-ci s'accompagne dans l'éther d'un certain nombre de lignes de forces magnétiques, et toute action tendant à modifier la direction ou la vitesse de son mouvement doit produire, par la modification du champ magnétique, des forces

antagonistes. En d'autres termes, le courant équivalant à une self-induction, et la self-induction d'un courant d'intensité donnée étant d'autant plus grande que sa section transversale est plus petite, « la masse apparente d'un électron, interprétée électriquement, doit dépendre de sa charge et de son étendue dans l'espace ». W. Kaufmann arrive à la même conclusion. « On doit regarder comme prouvé, dit-il, que la masse de l'électron est entièrement électromagnétique ; cela veut dire que l'électron n'est autre chose qu'une charge électrique distribuée sur un volume ou une surface de dimensions très petites (environ 10^{-13} centimètre). » C'est aussi l'avis de Larmor.

Cela étant, voici comment on peut se figurer la constitution de l'atome. Il se compose de masses matérielles et d'électrons. La presque-totalité des premières reste constamment unie aux électrons positifs ; peut-être faudra-t-il admettre en outre qu'une très petite partie sert de support aux électrons négatifs, si des travaux ultérieurs venaient à établir que la self-induction ne suffit pas à rendre compte de la masse de ceux-ci. Quant aux électrons, ils sont de deux sortes, les positifs et les négatifs, et tels que, d'une part, leurs charges électriques soient toutes multiples d'une charge élémentaire (plus probablement toutes égales à cette charge), et d'autre part, leurs sommes totales de signes contraires, équivalentes. Les électrons négatifs sont libres et identiques dans tous les corps : les positifs sont liés invariablement à la masse principale de l'atome, et la suivent dans ses vibrations. Peut-être en existe-t-il aussi de libres ; mais on n'a pu jusqu'à présent les mettre en évidence d'une manière certaine. Néanmoins les phénomènes de radio-activité spontanée à l'air libre observés par Elster et Geitel sur un fil métallique chargé négativement semblent leur être dus.

Les électrons libres sont animés de mouvements de translation absolument semblables à ceux des molécules

matérielles dans la théorie cinétique des gaz. On a donc à considérer leur vitesse moyenne, leurs chemins libres moyens, c'est-à-dire la moyenne de leurs parcours rectilignes entre deux points où leur approche d'autres électrons ou de particules matérielles leur imprime une nouvelle direction, et on leur applique les équations de la théorie cinétique. Les électrons liés, au contraire, tournent autour des noyaux matériels suivant des orbites fermées, modifiées d'ailleurs à chaque instant par leurs influences réciproques et par les perturbations dues aux électrons libres. L'énergie cinétique de translation et de révolution permet à ces divers éléments de rester distincts dans leurs mouvements, malgré leurs attractions mutuelles, tout comme celle des mouvements des comètes et des planètes suffit à les maintenir à distance de l'astre central autour duquel elles gravitent. Les comètes de ces mondes ultramicroscopiques sont les électrons libres, les planètes les électrons liés.

Les électrons libres se reforment et se résorbent sans cesse, de telle sorte que leur individualité, si l'on peut ainsi s'exprimer, change constamment, tandis que leur nombre et leur répartition dans un corps sont variables avec les causes capables de produire la dissociation électronique. Ces causes sont multiples. Au nombre des principales on peut citer la chaleur, qui agit en accélérant les mouvements des électrons liés, au point de leur faire quitter leur trajectoire fermée ; le choc des électrons libres déjà existants, suivant le mécanisme exposé plus haut ; la production d'un champ électrique, qui accélère la vitesse de ces électrons et par suite multiplie leurs chocs ; enfin la lumière, particulièrement la lumière ultraviolette, dans des conditions qui seront indiquées plus tard. Dans l'état ordinaire, les chocs des électrons agissent seuls ; mais ils n'augmentent pas le nombre des particules libres. En effet, par le fait même de ces chocs, les électrons subissent des ralentissements qui les rendent

capables d'être retenus à leur tour par les noyaux positifs dont ils ont libéré les particules négatives ; de telle sorte qu'il s'établit entre les divers mouvements un équilibre résultant tel que tout se réduit à des échanges d'électrons entre les atomes. Il y a donc autant de recombinaisons que de dissociations.

Toute la matière n'est donc pas dissociée à un instant donné, et il est possible de calculer la proportion d'atomes réduits à l'état corpusculaire que contient un corps donné. J. J. Thomson se sert pour ce calcul de l'augmentation de résistance produite dans le bismuth par un champ magnétique donné, la force électromotrice du courant qui le traverse étant donnée également et supposée égale à un volt.

Il trouve d'abord qu'il y a normalement, dans le bismuth non soumis à un champ électrique, une molécule dissociée sur deux mille, c'est-à-dire que le nombre des corpuscules chargés équivaut au quart du nombre des molécules d'hydrogène contenues dans un centimètre cube sous la pression atmosphérique et à 0°. Cela peut s'exprimer, par analogie avec le langage de la théorie cinétique qui attribue la pression des gaz sur les parois des vases à la résultante des chocs répétés des molécules, en disant que les électrons exercent à l'intérieur du bismuth une pression d'environ un quart d'atmosphère. C'est sans doute un minimum, car le bismuth est un mauvais conducteur, et par conséquent le nombre et les vitesses des électrons y sont plus petits que dans les autres métaux. D'autre part, c'est celui dont la résistance est le plus sensiblement modifiée par le champ magnétique. Dans les métaux bons conducteurs, tels que l'argent et le cuivre, la pression des électrons doit, par conséquent, être beaucoup plus grande, et s'élève sans doute à des milliers d'atmosphères.

Pour les isolants, au contraire, ces valeurs peuvent tomber très bas. Ainsi, par exemple, Rutherford a trouvé que l'air atmosphérique ordinaire contient de 13 à 40

électrons libres par centimètre cube, se déplaçant avec une vitesse de 1,4 centimètre par seconde. Comme un centimètre cube d'air contient $2,43 . 10^{19}$ molécules, on voit que l'air non électrisé n'est dissocié que dans la proportion de 1 à 10^{18} environ.

Combinant les résultats précédents avec la vitesse des corpuscules, qui est d'environ $7,6 . 10^{6}$ centimètres à 27° centigrades, Thomson en tire ensuite pour le libre parcours moyen dans le bismuth la valeur 10^{-4} et, en supposant que chaque libre parcours moyen se termine par un choc qui produit un électron nouveau en résorbant le précédent, il trouve que chaque molécule du bismuth subit la dissociation électronique environ quarante millions de fois par seconde en moyenne. Dans les métaux bons conducteurs, ce nombre sera bien plus élevé encore, d'après ce qui a été dit plus haut. Ces chiffres n'ont rien qui doive nous étonner, habitués que nous sommes à en rencontrer de bien plus grands dans la théorie cinétique ordinaire, et dans l'optique.

Partant des mêmes données, Thomson montre encore que la collision qui termine le libre parcours moyen n'est pas celle qui pourrait se produire avec un autre électron libre : car alors la conductibilité serait la même pour tous les métaux, tous les corpuscules négatifs étant identiques ; ni avec une molécule positive : car alors les conductibilités ne seraient plus inversement proportionnelles à la température absolue, mais à sa racine carrée, ce qui est contraire à l'expérience. C'est donc par les chocs contre les molécules neutres que se termine la course des électrons.

On peut s'étonner de l'énormité de la pression interne que Thomson est conduit à attribuer aux électrons des métaux, de même que Nernst dans sa théorie de l'électrolyse. Il est bien possible que les recherches ultérieures modifient les résultats de ce genre. Mais il ne serait guère logique de les repousser *à priori*, parce que nous n'avons

jusqu'à présent aucun indice expérimental de leur existence. En tous cas, elle ne devrait pas se manifester par une pression dans le corps lui-même : tout se passe entre les particules électriques. Quant à celles-ci, elles doivent tendre sans doute à quitter la surface qui limite le corps; mais, tout d'abord, elles y rencontrent la pression dirigée en sens contraire, propre aux électrons de ce milieu. Ensuite, dès qu'un électron s'éloigne du corps dans lequel il se meut, il subit de la part de ce corps chargé positivement par son départ même, une attraction énorme, vu la grandeur relative de la charge qu'il porte. Un nouvel électron qui tendrait à sortir en rencontrerait une plus grande encore, et ainsi sera bientôt atteinte la limite où ces déplacements restent possibles. On peut admettre qu'en fait nous ne pouvons jusqu'à présent déterminer le départ de plus d'un électron sur chaque atome, car les théories purement électriques n'en demandent pas davantage. Il est néanmoins avantageux de supposer l'existence de plusieurs électrons, en vue des théories optiques.

Les vitesses des électrons dans les métaux, bien que considérables, sont très inférieures à celles des électrons des rayons cathodiques. Par conséquent, on peut bien attendre de leurs chocs contre les atomes des impulsions électromagnétiques qui se propageront dans l'éther avec la vitesse de la lumière, mais ces impulsions auront des périodes trop lentes pour produire des phénomènes lumineux ou des rayons X ; ce seront tout au plus des rayonnements de chaleur obscure, ou bien des rayonnements hertziens.

Dans ces conditions, on s'explique aisément tout d'abord les phénomènes calorifiques et optiques. La conductibilité calorifique est due aux rencontres des électrons libres, à leurs chocs, si l'on veut (Drude), en entendant par ce mot un rapprochement qui ne va jamais jusqu'au contact proprement dit. L'énergie cinétique se communique ainsi de

proche en proche, des parties les plus chaudes, où elle est maximum, aux parties les plus froides, où elle est minimum ; et en calculant le rapport des conductibilités calorifique et électrique, on trouve qu'il est constant (loi de Wiedemann-Franz) et proportionnel à la température absolue, comme l'a montré l'expérience.

L'égalisation de température ou d'énergie cinétique peut se concevoir autrement encore (Riecke). Par un mécanisme analogue à la diffusion, les électrons animés des vitesses les plus grandes se mêlent peu à peu aux autres, de manière que la répartition des vitesses dans l'ensemble du corps tende à devenir sensiblement uniforme. Il ne se produit point ainsi de courant électrique proprement dit, bien qu'il y ait transport de particules électriques, parce que ces particules, toutes de même signe, se meuvent en sens inverse et en nombre égal.

Les phénomènes optiques dans les corps pondérables, d'une manière générale, sont dus aux révolutions, autour du noyau matériel, des particules électriques liées. Une révolution complète équivaut évidemment à une oscillation double, qui communique un ébranlement correspondant à l'éther voisin. Chaque rayon élémentaire ainsi produit est polarisé ; mais les orbites des diverses particules étant décrites dans des plans quelconques, perpétuellement mobiles comme il a été dit plus haut, le faisceau résultant ne l'est pas.

Bien entendu, dans les circonstances ordinaires de température, les vitesses de révolution sont insuffisantes pour que les oscillations équivalentes soient comprises dans les limites où elles sont perceptibles pour notre œil. Il faut, pour qu'elles atteignent les valeurs convenables, ou bien qu'une élévation de température (accroissement d'énergie cinétique) de la masse entière du corps les y amène toutes, ou bien que l'impact des ébranlements de l'éther venus d'ailleurs élève celles des molécules de la

surface (absorption et réflexion dans l'éclairement de cette surface, certains phénomènes de fluorescence).

J. Perrin a signalé un cas qui semble fournir une confirmation expérimentale des considérations précédentes. C'est celui des rayons de nature cathodique découverts par Lenard sur l'aluminium frappé par les rayons ultraviolets. Les particules emportées dans l'air par ce rayonnement ont une vitesse de 1000 kilomètres à la seconde. Si l'on admet que dans l'atome d'aluminium, immédiatement avant de se détacher, la particule tournait autour du noyau positif avec une vitesse sensiblement égale, il est facile de calculer la durée de sa révolution, la circonférence de l'atome étant, d'après la théorie cinétique, égale à 10^{-7} centimètre. On trouve pour cette durée 10^{-15} seconde environ. Or, les périodes de vibration des raies du spectre d'émission de l'aluminium sont comprises entre 10^{-15} et $0,5 \cdot 10^{-15}$ seconde.

Donc, par l'impact des vibrations de la lumière ultraviolette, il semble bien que les vitesses des électrons liés de la surface aient été élevées à des valeurs voisines de celles des oscillations de ces rayons. Toutefois cette interprétation ne s'impose pas et la coïncidence en question pourrait avoir une autre signification.

De toute façon, nous pouvons maintenant pénétrer un peu plus avant, grâce aux électrons, dans l'étude des causes qui produisent les raies souvent si nombreuses des spectres lumineux, avec leurs groupements, leurs intensités et leurs largeurs caractéristiques, les modifications qu'elles subissent suivant la nature de l'agent qui les produit ou les circonstances de l'expérience. Il était extrêmement peu satisfaisant, alors qu'on ne poussait pas la division des corps plus loin que l'atome, d'attribuer toutes ces particularités aux vibrations propres, aux harmoniques et aux vibrations composées des atomes eux-mêmes : car ceux-ci, pour ne rien dire des autres difficultés, étaient en nombre évidemment très insuffisant pour une si grande

diversité d'effets. Aussi peut-on dire qu'il existait à peine, jusqu'ici, quelques linéaments épars d'une théorie du spectre. Il est clair que les électrons, grâce aux masses qui leur sont associées, et à leur nombre, offrent ici des ressources précieuses, surtout si l'on admet dans l'atome non pas un, mais plusieurs électrons. Les beaux travaux de Lorentz et de Zeeman en ont fourni la preuve.

Mais, malgré toutes les espérances que donnent les premières ébauches de théories spectroscopiques générales fondées sur ces principes, le progrès ici sera peut-être assez lent, j'entends le développement rigoureux de déductions capables de rendre compte quantitativement de tous les phénomènes, et susceptibles du contrôle de la mesure.

Si nous considérons maintenant les phénomènes purement électriques, la nouvelle conception nous permet tout d'abord d'atteindre plus intimement le fait fondamental, qui, malgré tout le génie des chercheurs et plus d'un siècle d'efforts acharnés, n'a guère été éclairci beaucoup depuis Volta : je veux dire la différence de potentiel au contact. Toute l'électricité statique en dérive par le phénomène du frottement, et l'électricité dynamique par celui des piles.

Le problème a été résolu d'abord par Nernst pour les solutions de concentration différente au contact. Supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse de solutions de NaCl. La diffusion tendra à égaliser les concentrations. Mais les ions, c'est-à-dire les électrons liés aux atomes ou groupements d'atomes, ayant des vitesses différentes, les ions Cl, par exemple, passeront en plus grand nombre, au début, de la solution la moins étendue à la plus étendue, et par suite communiqueront à cette dernière un excès de charge négative, en laissant la première chargée positivement. Mais par là même il se produit une force électromotrice qui entrave la migration des ions Cl et favorise celle des ions Na, et il s'établit rapidement un état d'équilibre entre les forces osmotiques et les forces électriques. Les

premières étant connues, on peut en déduire les secondes, et soumettre le résultat au contrôle de l'expérience. L'accord a été très satisfaisant. Nernst lui-même a étendu ces principes au cas d'un métal plongé dans un électrolyte, en assimilant la solubilité du métal à une diffusion de ses ions dans le dissolvant. Il est conduit ainsi à envisager des tensions de dissolution qui s'élèvent à des dizaines de milliers d'atmosphères dans les métaux, ce qui laisse les physiciens assez perplexes, bien que J. J. Thomson soit arrivé par une autre voie, comme on l'a vu, à des chiffres du même ordre.

Dans le cas général du contact de deux corps quelconques, et en particulier de deux métaux, on se représente les actions d'une manière analogue. S'il s'agit uniquement de solides, on ne recourra pas, en général, à la diffusion matérielle (ou électrolytique, dans le sens ordinaire), puisqu'elle n'a pas lieu normalement, du moins en proportion sensible. Mais il y aura toujours diffusion des électrons libres. On a des raisons de croire que leur nombre ne diffère pas considérablement dans les divers métaux, mais leurs vitesses et leur mobilité sont différentes. Il se produit donc une couche de passage (la couche double de Helmholtz), où le nombre des électrons animés des diverses vitesses varie rapidement. D'autre part, les propriétés des électrons dans chaque corps répondant aux données particulières de la constitution de son atome, cette diffusion ne peut se produire dans toute la masse. L'altération qu'elle détermine à la limite commune se répercute dans l'ensemble de chacun des deux corps par la manifestation d'une force qui tend à s'opposer à la continuation de la diffusion.

Cette force peut être considérée comme une force électromotrice. Elle prend naissance, comme dans le cas des électrolytes, par les attractions de la masse restante pour les électrons sortis de sa surface, et par ses répulsions pour les électrons étrangers qui l'envahissent. Les élec-

trons les plus rapides pénètrent plus avant au delà de la limite commune que les moins rapides. Donc le corps d'où émanent les premiers voit le nombre de ses électrons diminuer ; il demeure donc chargé en sens contraire, tandis que le corps qui s'enrichit en électrons prend une charge de même signe qu'eux. Les attractions et répulsions qui en résultent tendent évidemment à arrêter les migrations ultérieures.

Lord Kelvin conçoit autrement l'existence d'une différence de potentiel au contact, et cette divergence résulte de la manière dont il se représente la distribution des électrons et leurs relations avec la matière ordinaire. Pour lui, les électrons (les électrions) sont normalement à l'intérieur de l'atome, où ils se meuvent librement. Ils sont tous négatifs, et égaux entre eux ; la partie pondérable est donc positive. Les attractions et répulsions ayant lieu de centre à centre suivant la loi de Coulomb, il en résulte qu'à l'intérieur d'un atome la force diminue proportionnellement à la distance au centre, si l'on suppose, pour simplifier, que tout se passe comme si un fluide électrique idéal était uniformément distribué dans l'atome.

Un corps neutre serait donc constitué par des atomes contenant tout juste assez d'électrons pour que la force soit nulle en tout point extérieur situé à une distance relativement grande vis-à-vis des dimensions d'un atome. Ce nombre d'électrons pourra en général être considéré comme un nombre entier. Il ne sera pas le même pour les atomes des divers éléments chimiques. Il se peut que les propriétés caractéristiques des éléments reposent précisément sur la diversité de ces nombres. Il se peut aussi qu'on y doive chercher la raison pour laquelle certains gaz sont monoatomiques, tandis que d'autres sont diatomiques. Les premiers seraient ceux dont l'atome contient un nombre entier d'électrons, les autres ceux dont la *molécule* en

contient un nombre entier non divisible par le nombre des atomes, de telle sorte que ces atomes, s'ils pouvaient exister séparément, emporteraient des nombres inégaux d'électrons, c'est-à-dire que plusieurs, tous peut-être, seraient électrisés.

Quoi qu'il en soit de ces spéculations, Lord Kelvin examine ce qui se passe lorsque deux atomes, supposés neutres, empiètent l'un sur l'autre. Dans ce cas, l'équilibre est changé entre les masses positives et les électrons négatifs : ceux-ci doivent s'éloigner un peu des centres de leurs atomes respectifs. Si les atomes arrivent à se pénétrer au point que leurs centres coïncident, les électrons seront répandus autour du centre commun.

Prenant d'abord le cas d'atomes mono-électroniques et supposant que les atomes des divers éléments chimiques diffèrent en grandeur, Lord Kelvin calcule les déplacements des électrons dans la pénétration mutuelle, puis il montre que l'atome le plus petit emportera les deux électrons quand on viendra à le séparer de l'autre. En effet, comme sa masse positive est plus ramassée, elle a une attraction plus forte pour les électrons que celle de l'atome plus étendu. En considérant des atomes à plusieurs électrons, on montre de même qu'après un contact suivi de séparation, les atomes les plus petits emportent avec eux une partie des électrons les plus grands.

Ce serait là ce qui se passe dans le frottement ou dans un contact suffisamment intime. Suivant la surface de contact, les atomes se pénètrent mutuellement. Un des deux corps, celui qui a les atomes les plus petits, enlève à l'autre une partie de ses électrons, et par conséquent le laisse chargé positivement, en prenant lui-même le signe négatif. Cette théorie serait confirmée par des expériences où Erskine-Murray a montré que les métaux prenaient des différences de potentiel plus grandes quand on avait bruni ou poli la surface de l'un d'eux. C'est qu'en effet on

aurait alors diminué l'étendue occupée par les atomes de cette surface.

Faut-il, en outre, admettre des forces analogues aux forces capillaires, ayant leur siège dans la couche superficielle ? Drude ne croit pas que ce soit nécessaire dans le cas du contact de deux métaux. Mais il en est certainement ainsi lorsque l'on considère un métal plongé dans un gaz ou dans un liquide. De nouveaux développements de la théorie pourront seuls nous fixer.

Il en est de même des effets de l'électrisation sur la constante capillaire des liquides, effets dont Lippmann a su tirer un heureux parti dans son électromètre. Les mêmes principes permettront certainement d'en rendre compte. Néanmoins l'étude mathématique et quantitative n'en a pas encore été tentée.

A ces propriétés se rattache encore le pouvoir diélectrique des isolants, propriété des plus importantes en électrostatique, comme on le sait depuis les travaux de Faraday. Sur le lien qui rattache la valeur de cette constante aux autres propriétés physiques des corps, on ne savait rien jusqu'à ces dernières années, abstraction faite de la relation $n^2 = K$. Il a été reconnu récemment qu'en rangeant tous les corps suivant l'ordre des pouvoirs diélectriques décroissants, chacun d'eux est positif vis-à-vis de tous ceux qui le suivent, quand on le met en contact avec eux. Cette constatation permet d'espérer que la théorie électronique, ici encore, fera faire un pas important à l'étude d'une constante fondamentale. Mais, jusqu'à présent, ces relations n'ont pas été soumises au calcul.

Le mécanisme des courants se conçoit aisément au moyen des électrons, du moins d'une façon générale. Ce que l'on regardait autrefois comme deux flux continus et opposés sera encore un double transport en sens contraires, mais d'une entité discontinue, composée d'unités

appelées électrons, qui se mettront en mouvement sous l'influence d'attractions ou de répulsions, c'est-à-dire d'une force électromotrice. Ces chapelets de particules électriques transporteront d'autant plus d'électricité et circuleront avec d'autant plus de facilité, que les particules libres seront plus nombreuses dans le conducteur et qu'elles y seront plus mobiles. Ainsi se produisent les différences de conductibilité. Ceux qui ne reconnaissent qu'une seule espèce d'électricité conçoivent les choses d'une manière analogue, avec transport dans un sens seulement, et une seule espèce de particules libres, les particules négatives.

Si l'on admet avec Drude des électrons sans masse réelle, il n'y a aucune difficulté à expliquer comment il ne se produit pas des changements de concentration comme dans les électrolytes, par accumulation des masses matérielles charriées avec les électrons; en d'autres termes, pourquoi il n'y a pas de dépôts sur les électrodes. Au contraire, avec des masses réelles, que l'expérience nous oblige à regarder comme très différentes, et en outre des vitesses différentes pour les électrons positifs et négatifs, cela semble presque inévitable. Tout au moins l'hypothèse des masses réelles transportées avec les électrons conduit-elle à des complications assez grandes, par la nécessité d'introduire des hypothèses nouvelles pour échapper à cette conséquence. Il faudrait, par exemple, avec Giese, faire passer les charges électriques d'une particule à une autre, chacune des particules ne se déplaçant qu'autant qu'il le faut pour permettre ce passage.

La chaleur, en augmentant la mobilité des électrons, doit par là même augmenter la conductibilité. C'est en effet ce qui se vérifie pour les substances peu conductrices, comme le verre, les filaments de lampe Nernst, etc. Mais, d'autre part, on sait que c'est précisément le contraire pour les métaux, qui conduisent moins bien quand la température s'élève. Lord Kelvin cherche à résoudre cette con-

tradiction par la considération d'un maximum de facilité de transport des électrons. L'application de la chaleur est d'abord favorable à ce transport, en augmentant la vitesse des électrons à l'intérieur de l'atome, et par suite, le nombre des électrons qui parviennent à se libérer, ainsi que leurs vitesses en dehors de l'atome. Mais il vient un moment où le nombre est si élevé et les vitesses si grandes qu'il en résulte une gêne pour le transfert régulier suivant les lignes de force. Dans les métaux, les électrons seraient dans ces conditions dès les plus basses températures connues. Il faudrait descendre peut-être très près du zéro absolu, en tout cas plus près que nous ne saurions le faire actuellement (14,5 degrés), avant de retrouver dans les métaux une décroissance de la conductibilité avec la température.

Les effets Thomson et Peltier, la thermo-électricité, les phénomènes électromagnétiques se déduisent sans peine des principes ainsi posés. Le calcul, ici encore, peut être poussé assez loin pour permettre d'obtenir des données sur les valeurs numériques des constantes ; et ces données ne contredisent pas les résultats expérimentaux.

A propos du champ magnétique d'un courant constitué comme nous l'entendons à présent, il convient de remarquer que l'objection de Crémieu contre la création d'un champ magnétique par une charge statique en mouvement sur son support matériel, en d'autres termes par un courant de convection, attaque directement ce point de la nouvelle théorie. Dans celle-ci, ce qu'on appelait autrefois courant de conduction (courant proprement dit) se réduit toujours à un courant de convection. Les courants de conduction n'y existent plus. Ces résultats de Crémieu sont donc en contradiction formelle avec l'essence de l'hypothèse électronique, et il est assez curieux que ces résultats aient été trouvés précisément

au moment où les courants de convection allaient remplacer partout les courants de conduction. C'est sans doute une des raisons pour lesquelles les conclusions de Crémieu sont tant combattues.

Le magnétisme a son explication tout indiquée dans l'assimilation de la circulation des électrons libres autour des noyaux atomiques, aux courants élémentaires d'Ampère. Les orbites des électrons sont situées dans des plans quelconques; le champ magnétique les oriente. W. Voigt, en traitant le problème par le calcul, trouve que la circulation régulière des électrons ne suffit pas à expliquer tout le détail des phénomènes, à moins d'y joindre des impulsions irrégulières et des résistances. Les unes et les autres pourraient être dues aux rencontres des électrons libres avec les électrons en circulation régulière.

J. J. Thomson attribue le magnétisme induit aux seuls électrons libres. Sous l'effet des forces du champ, ceux-ci ne décrivent plus des lignes droites dans leurs parcours libres, mais des arcs de spirale. Il a calculé d'après cela le diamagnétisme du bismuth et trouvé des valeurs trop grandes, mais cependant de l'ordre de grandeur de celles que donne l'expérience.

Toujours guidé par des considérations fondées sur la théorie des électrons, W. Voigt a entrepris des recherches sur deux phénomènes qui n'ont pas encore été reconnus expérimentalement : savoir, des états magnétiques déterminés dans les milieux anisotropes (les cristaux), par l'application de pressions suivant des directions déterminées, ou bien par celle de la chaleur. Il les appelle le pyro- et le piézo-magnétisme des cristaux. Avec les moyens dont il disposait, il n'a pu les mettre en évidence : mais il a pu s'assurer que la limite supérieure assignée à leurs effets par ses expériences est parfaitement en concordance avec les conclusions de ses calculs.

L'électricité statique a été la première à bénéficier des avantages de la nouvelle théorie, et c'est un de ses chapitres, celui des décharges dans les gaz, qui a été tout à la fois l'occasion de l'évolution ainsi produite dans les idées, et, par une conséquence naturelle, le premier objet auquel on en ait fait l'application. C'est là que les hypothèses nouvelles déploient toutes leurs ressources et rendent aisément accessible le mécanisme de phénomènes absolument déconcertants pour les théories anciennes. Nous y reviendrons séparément et en détail, d'autant qu'elles ont fourni des preuves éclatantes de leur fécondité en provoquant des recherches dont les résultats expérimentaux méritent d'être exposés pour eux-mêmes. Bornons-nous à constater ici qu'elles ont donné la clef des rayonnements cathodiques, Roentgen et Becquerel, nouvellement découverts ; et que, parmi les phénomènes anciennement connus qui n'avaient jamais été interprétés d'une manière acceptable, elles ont permis une explication satisfaisante du passage de l'électricité dans les gaz dans les circonstances les plus diverses, et en outre des lueurs, stratifiées aussi bien qu'uniformes, qui se manifestent alors.

Mais, dans son ensemble, l'électricité statique n'a point encore fait l'objet d'un travail de coordination et de rédaction mathématique basé sur les idées d'électrons, semblable à celui qui a été fait pour les courants électriques ou les phénomènes lumineux. Cependant, la mise en œuvre de l'hypothèse atomique semble ici encore appelée à rendre de grands services. Nous devrons, naturellement, nous contenter de quelques aperçus généraux.

La charge électrique a déjà été définie : c'est le fondement du nouveau système. Faisons deux remarques à ce propos. D'abord, la charge d'un conducteur ne croît pas d'une manière continue, à parler rigoureusement, mais par l'accession de quantités indivisibles, les minima d'électricité connus, les charges des électrons. Pratiquement,

cela ne changera en rien les apparences des phénomènes, les quantités minima n'étant pas sensibles individuellement à nos instruments. En second lieu, la charge que peut prendre un conducteur soumis à l'influence et isolé n'est pas illimitée : elle ne peut dépasser un certain maximum fixé par la limite de dissociation de ses électrons. Encore une fois, cela importe peu dans la pratique ordinaire, puisqu'on s'y tient très loin des conditions limites ; mais n'est-il pas probable que si un jour on parvient à s'en rapprocher, cela donne lieu à des phénomènes intéressants ? C'est d'ailleurs une ressource éventuelle pour la théorie.

L'influence exercée à distance peut tout d'abord s'expliquer ici comme dans la théorie ordinaire, c'est-à-dire, en somme, ne pas s'expliquer du tout, sinon dans son mécanisme, du moins dans ses causes. Mais, comme nous avons affaire cette fois à des charges électriques discontinues, dont toutes les particules sont individuellement en mouvement, il se peut fort bien que la transmission par l'éther des ébranlements ainsi produits se montre capable de servir de base à une théorie plus détaillée et plus pénétrante. La succession ininterrompue et uniforme de ces ébranlements serait la cause qui maintient l'état de tension dans le diélectrique, de même que des impulsions isolées ou rapidement amorties y produisent des ondes de perturbation. Il en est de même pour la condensation, où l'on considère à la fois l'influence et le pouvoir diélectrique.

Dans cette importante question de la transmission de l'influence, où doit s'opérer la soudure entre les théories électrostatiques et les théories électromagnétiques, l'hypothèse des électrons ne saurait donc se trouver en posture plus défavorable que ses devancières. Et, là encore, elle promet de faire mieux.

Enfin, les problèmes de la distribution électrique, de la pression électrique, du pouvoir des pointes, devront être repris par cette méthode. Il est probable qu'on arrivera de

la sorte à rendre mieux compte que dans l'ancienne théorie de Coulomb et de Poisson, de diverses particularités importantes, telles entre autres que la déperdition de l'électricité négative à un potentiel moindre que celui que nécessite la déperdition positive.

Larmor, dans sa théorie électronique, rencontre une de ces questions, à un point de vue assez original : c'est la distribution électrique modifiée par son passage dans l'éther quand le conducteur est mobile, problème analogue à l'aberration dans le cas de la lumière. Il trouve deux effets (extrêmement faibles, bien entendu. et inaccessibles à la mesure), qui se compensent à peu près exactement : le premier, déjà signalé par Lorentz, est une contraction du conducteur, le second un changement de la distribution électrique à sa surface.

On le voit, les résultats déjà acquis par la théorie des électrons sont considérables ; les espérances qu'elle donne et le champ qu'elle embrasse bien plus vastes encore, si vastes même qu'elle en arrive à des ambitions d'une audace qui confond.

Voici, par exemple, une page empruntée à W. Kaufmann, un des savants qui ont le plus contribué à ses progrès en Allemagne. Après avoir défini la masse apparente, qui n'est autre, d'après lui, que la self-induction ou l'inertie électrodynamique, il continue ainsi :

« Les expériences exécutées se prononcent de fait en faveur d'une masse apparente. Et ainsi nous arrivons à une question qui pénètre profondément dans la structure de la matière en général.

» Puisqu'un atome électrique, grâce uniquement à ses propriétés électrodynamiques, se comporte exactement comme une particule douée de masse et d'inertie, n'est-il donc pas possible de considérer toute masse en général comme purement apparente ? Au lieu de tous les efforts, restés infructueux, pour expliquer mécaniquement les

phénomènes électriques, ne pourrions-nous pas, inversement, chercher à présent à réduire la mécanique à des phénomènes électriques ? Nous voici ramenés à des considérations qui ont été cultivées par Zöllner, il y a plus de trente ans, et que dernièrement H. A. Lorentz, J. J. Thomson et W. Wien ont reprises et corrigées : si tous les atomes matériels consistent en des agrégats d'électrons, leur inertie s'explique d'elle-même.

» Pour expliquer la gravitation, il faut admettre de plus que l'attraction entre charges de signes contraires est un peu plus forte que la répulsion entre charges de même signe. Un *experimentum crucis* pour cette conception serait la preuve d'une propagation de la gravitation liée au temps, c'est-à-dire de sa dépendance non seulement vis-à-vis du lieu, mais aussi vis-à-vis de la vitesse des corps qui gravitent (1).

» Les électrons seraient alors les atomes primitifs ou fondamentaux, que tant de savants ont cherchés, et qui, par leurs divers groupements, formeraient les éléments chimiques : le vieux rêve des alchimistes, la transmutation des éléments, serait alors notablement rapproché de la réalité. On pourrait, par exemple, admettre que parmi les groupements possibles, en nombre infini, des électrons, une catégorie relativement restreinte est suffisamment stable pour se présenter en grandes quantités : ces groupements stables seraient les éléments chimiques connus. En traitant cette question mathématiquement, on parviendra sans doute un jour à formuler la fréquence relative des éléments comme fonction de leur poids atomique, et sans doute aussi à résoudre bien d'autres énigmes encore du système périodique des éléments.

(1) Une grosse difficulté resterait alors à résoudre ou à tourner. Les ébranlements mécaniques de l'éther se propageant toujours avec la vitesse de la lumière, les théories électroniques, telles qu'elles se font actuellement, assigneraient la même vitesse à la propagation de la gravitation. Or, l'astronomie exige impérieusement une rapidité de propagation incomparablement plus grande.

» Si nous jetons ensuite un regard sur les espaces célestes, nous y voyons aussi plus d'un phénomène auquel on a essayé, non sans espoir de succès, d'appliquer la théorie des électrons : la couronne solaire, les queues des comètes, et les aurores polaires sont de ce nombre.

» Il faut reconnaître que bien des choses en tout cela sont encore trop hypothétiques. Mais du moins ressort-il clairement de ce que nous avons dit, que les électrons, ces particules si ténues, dont la grandeur comparée à celle d'un bacille est comme celle de ce bacille au globe terrestre tout entier, et dont nous savons cependant mesurer les propriétés avec la plus grande précision, que les électrons, dis-je, constituent un des principaux fondements de l'édifice de notre univers. »

Si l'on se reporte à ce qui a été dit plus haut des températures de dissociation, il se présente encore une autre manière d'envisager la constitution et la genèse des atomes au point de vue chimique. Les atomes étant composés et décomposables, ils ont dû se former à partir de leurs éléments répandus au hasard dans le chaos de la nébuleuse primitive. Mais cette constitution a donné lieu à un dégagement de chaleur énorme, équivalent à l'absorption de chaleur que nous voyons se produire dans la dissociation de l'atome, et dont il a été question dans la première partie de ce travail. A ce moment, il y eut donc transformation, en énergie cinétique, d'une grande quantité d'énergie potentielle, qui ne pouvait pas se conserver sous cette forme dans l'atome une fois constitué.

Mais est-il impossible qu'il existe des agrégats d'électrons, d'éléments atomiques, capables de conserver une part plus grande de cette énergie potentielle non transformée? Rien ne le prouve; ce qui donne le droit de penser qu'à l'époque de la genèse des atomes il peut s'être formé, à côté de nos éléments permanents à énergie potentielle interne médiocre, d'autres atomes ou éléments, stables à la haute température qui régnait alors, bien qu'ils gardassent

une énergie potentielle interne relativement considérable. S'il restait encore quelques-uns de ces éléments, il faudrait s'attendre, à la température plus basse actuelle, à les voir se décomposer et se transformer petit à petit en des éléments plus stables à énergie potentielle interne plus faible. Il en résulterait probablement deux conséquences : premièrement, il se libérerait une quantité d'énergie notable ; en second lieu, il est à prévoir que des éléments constitutifs de l'atome, des électrons, deviendraient libres. Or, les éléments radio-actifs possèdent précisément ces deux propriétés ; ils rayonnent en effet spontanément pendant un temps considérable de l'énergie et des électrons négatifs. Ne seraient-ils pas les derniers témoins d'une classe d'éléments chimiques disparue, qui achèveraient de se dissoudre dans un milieu dont les conditions sont désormais incompatibles avec leur existence ?

Ces perspectives hardies, peut-être chimériques, ne suffiront point sans doute à consoler certains esprits, qui s'affligent de voir rentrer une complication intempestive dans nos concepts sur la constitution de la matière. Les hypothèses mécaniques semblaient avoir définitivement ramené ces concepts au maximum de simplicité possible. Et voici qu'au lieu de deux éléments, la matière et l'éther, dont les relations et les mouvements suffisaient à rendre compte de tous les phénomènes de la physique et de la chimie, nous nous trouvons ramenés à trois : la matière, l'éther et l'électricité. N'est-ce pas un progrès à rebours ?

Oui, si l'on tient que les mécanismes dans lesquels nous traduisons nos théories sont ceux-là mêmes qui sont à l'œuvre dans les profondeurs de la nature, et en outre qu'une théorie se rapproche d'autant plus de la réalité qu'elle est plus simple. Non, si l'on se contente d'y voir une espèce de symbole ou d'image, propre à coordonner nos connaissances éparses et à nous mettre sur la voie de recherches nouvelles. Peu importe alors que la représen-

tation soit moins simple, pourvu qu'elle soit plus féconde. Peut-être reconnaîtra-t-on dans la suite qu'il y a de sérieuses raisons de la considérer comme l'expression adéquate des faits : mais cette conclusion ne pourra être solidement établie, qu'après que de multiples confirmations auront peu à peu transformé les probabilités en preuves convaincantes. Si quelques-uns, de nos jours, se montrent trop sceptiques, il est certain d'autre part, qu'on était trop pressé dans le passé de se croire autorisé à l'affirmation sans restriction de l'objectivité des conceptions théoriques.

Mais nous sommes encore bien loin de là dans la question de la nature de l'électricité. Il ne faut pas croire, malgré les apparences et les façons de parler, que la nouvelle théorie ait réellement réhabilité l'agent physique distinct appelé électricité, et considéré comme une substance, un fluide. J'ai fait observer que la question est encore indécise de savoir si la masse des électrons est apparente ou réelle. Mais, dans tous les cas, nous ne connaissons l'atome électrique que lié à des apparences de matérialité. Qui nous dit que la matière elle-même n'est pas ici la réalité fondamentale, le *substratum* des phénomènes, et que l'aspect électrique n'en est qu'une modification, un accident ?

Ou encore, et ceci s'accorde mieux avec des idées qui nous sont familières depuis Maxwell et Lord Kelvin, pourquoi les électrons ne seraient-ils pas des modifications de l'éther lui-même ? En effet, il y a un rapport intime entre les électrons et l'éther, puisque toutes les actions réciproques des électrons, dans l'influence, par exemple, et dans les rayonnements électromagnétiques, s'exercent par l'intermédiaire de l'éther. Les électrons ne sont évidemment pas de simples particules de l'éther, douées des mêmes propriétés que lui. C'est de l'éther modifié d'une manière permanente, c'est une partie de l'éther où l'énergie variable répandue dans le milieu prend des valeurs

spéciales. Il en serait ainsi, par exemple, dans des tourbillons d'éther, c'est-à-dire dans des anneaux ou des tores animés d'un mouvement de rotation sur eux-mêmes. Lord Kelvin se figurait autrefois de cette façon les atomes pondérables.

La construction d'une image du champ électrique est certainement plus simple dans cette hypothèse : car si les électrons sont autre chose que de l'éther, il resterait à se faire une représentation du mode de liaison de cette autre chose avec l'éther. Cela ne veut pas dire que la nature des électrons soit plus aisément accessible à l'imagination, ni qu'on puisse s'en faire une image sensible. Ainsi, pour Drude, l'électron n'est qu'un lieu de l'éther où aboutissent $4\pi e$ lignes de force. Pour Larmor, c'est un point singulier de l'éther, point où les tensions deviennent infinies comme les dérivées de $\frac{1}{r}$. Mais cela importe peu. L'essentiel est d'avoir une bonne image non pas de la nature des derniers éléments eux-mêmes, mais de leurs relations mutuelles, d'où naissent tous les phénomènes sensibles.

Sur ces relations elles-mêmes, avouons-le en finissant, nous sommes loin encore d'être suffisamment édifiés. C'est pour cela que la théorie des électrons n'est pas définitivement constituée. Le lecteur en a été prévenu dès les premières pages de ce travail, et il aura pu s'en convaincre par lui-même, chemin faisant. Grâce, en effet, à la simplicité relative des notions fondamentales à mettre en œuvre, et surtout au retour à des idées concrètes et déjà anciennes, il est possible, chose assurément fort rare dans l'histoire des sciences, de faire saisir même aux personnes non spécialisées dans l'étude de la physique, le sens du développement d'une théorie encore en voie de formation et de les faire assister à sa genèse en pleine période de tâtonnements.

J'espère néanmoins qu'aucun de ceux qui m'auront lu ne sera tenté de croire que des spéculations pareilles sont

aussi faciles à faire dans la réalité qu'à résumer en un simple exposé dans leurs lignes générales. L'illusion serait extrême. Sans doute on peut, sans grande peine, imaginer de petits corpuscules animés de mouvements variés, choisis de manière à produire en gros des apparences très semblables à celles que nous présentent les faits d'observation. Mais cela ne nous apprend absolument rien, et cela n'est susceptible d'aucun contrôle.

Ce que nous demandons pour constituer une théorie, c'est qu'on assigne aux électrons des propriétés assez déterminées pour que, soumises au calcul mathématique, non seulement elles donnent la loi de tous les phénomènes d'une classe particulière, avec toutes les particularités de leurs allures, mais encore qu'elles fournissent des constantes à confronter directement avec les résultats des mesures expérimentales. Or, c'est là un travail énorme, qui n'a pas même été commencé pour certaines parties de la théorie électronique, et qui, pour d'autres, a conduit provisoirement à des divergences ou à des contradictions de détail dans les hypothèses particulières qui doivent venir se greffer sur l'hypothèse fondamentale.

Mais c'est précisément ce travail qui, à raison des rapprochements théoriques qu'il imposera et des recherches de confirmation expérimentale auxquelles il donnera lieu, qui fait de cette théorie un instrument de découverte des plus féconds. La voie se trouve ainsi indiquée aux chercheurs. On peut même tenir pour certain qu'elle est tracée avec assez de netteté pour mener à coup sûr dans le voisinage immédiat de vérités importantes à découvrir. C'est alors à la sagacité des chercheurs de remarquer les indices de ce voisinage et d'en tirer parti. Que demande-t-on de plus à une bonne théorie ?

V. Schaffers, S. J.

LE CONGRÈS

DE

LA HOUILLE BLANCHE (1)

A l'heure même où le dernier numéro de la Revue des Questions scientifiques était sous presse, se tenait à Grenoble un congrès que l'on a nommé *les grandes assises de la houille blanche.*

Et d'abord qu'est-ce que la houille blanche ? Est-ce, comme la houille noire, une gigantesque réserve de combustible qu'à l'aurore des temps géologiques une Providence attentive accumula, pour les besoins des générations à venir, dans les filons d'un sous-sol mystérieux ? Où se trouvent les mines qui la détiennent ? Quels sont les mineurs qui l'exploitent ? Quelles industries la sollicitent ?

Ce n'est point dans les entrailles de la terre qu'il faut la chercher. Regardez plutôt vers le ciel : voyez ces montagnes aux flancs vêtus de neige, au front couronné de glaces éternelles, où les ruisseaux courent en bondissant de cascade en cascade comme l'isard ou le chamois qui se gîtent dans leurs impénétrables forêts.

(1) Sources : Comptes rendus du Congrès de la Houille blanche (sous presse).

La Houille blanche, revue mensuelle, septembre-octobre 1902.

Nous prions MM. les conférenciers qui ont bien voulu nous communiquer leurs travaux et notamment M. Ch. Pinat, président du Congrès, à l'obligeance duquel nous devons de nombreux et intéressants documents, d'agréer l'expression de notre gratitude.

La mine, c'est le sommet, c'est la croupe de ces montagnes où seuls jusqu'ici le touriste ou l'explorateur avaient posé le pied : le mineur, c'est le soleil lui-même. La houille, ce sont les glaciers, les champs de neige ; c'est surtout le torrent qui mugit et se précipite, empruntant à chaque pas de sa course une énergie et une puissance plus considérables. Domptez, canalisez ces forces vagabondes, soumettez-les au joug de la turbine et de la dynamo : elles se plieront dociles à tous vos caprices. Tantôt humbles et modestes, elles moudront le pain de votre table, fileront vos habits, se feront de mille manières le gagne-pain de l'artisan ; tantôt ambitieuses et superbes, elles feront jaillir l'éclair des lampes électriques, disputeront à la houille noire l'empire des chemins de fer ou, se retournant contre le roc d'où elles sont sorties, lui arracheront les secrets qu'il tenait dès l'origine si scrupuleusement cachés : elles en retireront l'acier, l'aluminium, l'argent et l'or. La chaux, la magnésie, ces terres mystérieuses que l'industrie humaine n'avait pu résoudre en leurs éléments, les voilà décomposées maintenant comme un simple oxyde de cuivre ou de plomb. C'est l'œuvre de la houille blanche.

On conçoit que l'industrie se soit émue, qu'elle ait délégué ses ingénieurs, ses savants, ses professionnels ; qu'elle ait dit bien haut ses espérances, formulé ses revendications, mis sous les yeux de tous les premiers résultats obtenus par les forces nouvelles. Ç'a été le but du *Congrès de la houille blanche*.

L'idée première en a été émise par le Syndicat des propriétaires et industriels possédant ou exploitant des forces motrices hydrauliques et dont le siège social est à Grenoble, 2, place du Lycée. Pour la réaliser le syndicat a fait appel aux personnalités les plus en vue dans le monde scientifique, industriel et juridique. C'est dire qu'il se proposait de traiter toutes les questions se rattachant à la

législation, à la mise en œuvre, à l'utilisation industrielle des forces hydrauliques.

Le Congrès empruntait surtout son actualité à ce fait que plusieurs projets de loi avaient été et devaient être à brève échéance déposés devant le Parlement français, projets de loi qui, les uns et les autres, avaient suscité dans les cercles industriels bien des craintes et des protestations. Aussi avait-on fait appel à des conférenciers éminents qui devaient traiter au point de vue du droit les questions en litige, en même temps que des spécialistes de choix satisferaient les techniciens et les amateurs.

La ville de Grenoble fut choisie comme centre de réunion, d'abord parce que nulle part en France autant que dans la capitale dauphinoise la nouvelle force n'a été bien accueillie et puissamment secondée ; ensuite parce que tout autour de cette grande cité industrielle, la houille blanche a déjà réalisé une partie de ses promesses dans les nombreuses usines électriques et électro-chimiques qui l'environnent.

Mais les organisateurs du Congrès ont estimé « qu'il serait cruel de diriger vers la capitale des Alpes françaises un flot de visiteurs sans leur faciliter l'accès des sites les plus pittoresques de ces montagnes », et ils ont ajouté aux visites des chutes et des usines, des excursions dans les plus belles régions alpestres. Cette excellente inspiration valut aux congressistes le plaisir de parcourir l'Oisans, la Maurienne, la Tarentaise, la Mateysine, le Grésivaudan, le Galibier, la vallée de l'Arve jusqu'à Chamonix, la vallée d'Annecy et une partie de la Suisse, notamment le sanatorium du Leysin, les villes de Brigue, Lausanne, Genève et surtout les grandioses travaux du Simplon.

Le Congrès s'ouvrit, le dimanche 7 septembre, sous la présidence d'honneur de MM. Guillain, ancien ministre des Colonies, inspecteur général des Ponts et Chaussées, vice-président de la Chambre des députés ; Hanotaux,

ancien ministre des Affaires étrangères, membre de l'Académie française ; H. Boncourt, préfet de l'Isère ; S. Jay, maire de Grenoble ; Noblemaire, directeur de la Compagnie des Chemins de fer du Paris-Lyon-Méditerranée ; Dubost, ancien ministre, sénateur ; Vogelé, député de l'Isère ; Brenier, président de la Chambre de commerce de Grenoble ; Philippe, directeur de l'hydraulique au ministère de l'Agriculture ; Harlé, président de la Société internationale des électriciens.

La présidence du Congrès fut conférée à M. Pinat, ingénieur des Ponts et Chaussées, directeur des Hauts-Fourneaux et Forges d'Allevard (Isère) et président du Syndicat des forces hydrauliques ; la vice-présidence à MM. Meyer, ancien député, Coignet, vice-président de la Chambre de commerce de Lyon, Cornuault, ingénieur à Paris, président du Syndicat de l'industrie du gaz en France, Bernheim, vice-président du Syndicat des usines d'électricité.

Parmi les cinq cents congressistes présents on remarquait M. le général de Wendrich, envoyé spécial du Tsar, Son Excellence Arthur de Raffalowitsch, agent accrédité du ministère des Finances en Russie ; MM. l'ingénieur Maxinoff, délégué du ministère des Voies de communication en Russie, le président de la Chambre de commerce et les délégués des plus grandes industries du Dauphiné, Michel, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et Salvador, délégués du ministère de l'Agriculture, le commandant Pierrard délégué du ministre de la Guerre, le comte d'Agoult et Tavernier, délégués du ministre des Travaux publics, Henri Boucher, ancien ministre, plusieurs sénateurs ou députés, présidents ou membres de divers Conseils généraux, Chambres de commerce, Syndicats, Sociétés savantes ou industrielles, françaises, internationales ou étrangères, etc.

L'assemblée était aussi considérable par la qualité que par le nombre. Si nous le faisons remarquer, c'est en rai-

son de l'importance des décisions qui furent prises dans la suite.

Après la nomination du bureau, M. Pinat, président, donne la parole à M. Hanotaux, ancien ministre des Affaires étrangères. On se rappellera sans doute le retentissement qu'eut à l'époque où il parut, l'article sur *la Houille blanche*, publié par l'éminent académicien, dans la Revue des Deux Mondes. L'auteur semblait tout désigné pour poser en quelque sorte les préliminaires du grand ouvrage que le Congrès était appelé à élaborer. Il le fit avec cette harmonie et cette élégance de langage qu'on lui connaît :

« Votre nom, ce beau nom, la *Houille blanche*, coule, si j'ose dire, si fraîchement et si légèrement sur les lèvres des hommes qu'il a séduit les imaginations et les a charmées comme la vivante expression d'une nouvelle conquête du génie humain qui unit le travail et la poésie, la science et la nature. »

Puis il tourne les regards de son auditoire vers cette magnifique pente qui s'élève de Lyon jusqu'aux Alpes et qui soutient la France; il montre comment sur cette terre tourmentée qui porte encore les dernières empreintes de l'élaboration originelle, le travail de l'homme a repris et achevé l'œuvre de la création, comment une vie nouvelle a été infusée à une province éloignée des grands centres de l'activité humaine et que l'on croyait attardée sur la voie du progrès.

Il refait en quelques mots l'histoire de l'hydraulique et rend hommage au promoteur de l'industrie nouvelle, Aristide Bergès. Aristide Bergès est, en effet, le premier qui ait réellement affirmé par son exemple et ses projets la conquête des glaciers par l'homme et transformé les pentes inaccessibles des montagnes en supports naturels pour les forces captées dans ses tuyaux de fer.

Il montre ensuite comment les efforts des ingénieurs

du Dauphiné ont eu raison de l'inattention et de l'insouciance universelles, comment scientifiquement, industriellement, législativement ils ont posé et ouvert la question, en démontrant que l'eau n'est pas seulement une douceur et un bienfait, mais une richesse et une force. Ils ont prouvé le mouvement en marchant, fondé en pleine montagne une industrie prospère, créé des usines, installé des ateliers aux usages les plus divers, étendu leurs travaux à la France et à la Suisse et donné des maîtres à l'Allemagne, à la Russie, aux États-Unis.

L'orateur aborde alors le problème économique et social et indique nettement un des buts primordiaux du Congrès, celui de savoir *si et dans quelle mesure il faut substituer un droit nouveau à l'ancien droit* qui traitait négligemment l'eau comme *res nullius*.

« Il ne s'agit plus seulement de la propriété des objets sensibles, facile à saisir, à déterminer dans leur forme ou leur réalisation. Voici maintenant qu'il faut légiférer sur cette abstraction : la force ; il faut capter dans le réseau des lois l'eau qui coule, le fluide qui circule, le rayon qui se glisse, moins encore : le mouvement, la pente.

» Nous en sommes là, vous le savez. Et tel est à vrai dire l'objet particulier et précis de votre réunion : quelle sera la législation future de l'énergie récemment découverte et utilisée ? »

Tel est, en effet, dans toute sa gravité, le point noir si préoccupant qui a été signalé à l'horizon : quelle sera la législation de demain ? Trois sortes de droits sont en conflit : les droits du riverain reconnus et consacrés par un état de fait incontestable ; les droits de l'industrie nouvelle qui s'impose en raison même de la vigueur de son élan ; les droits de l'État se rattachant à l'intérêt qu'a la communauté de voir prospérer toutes les branches de l'activité nationale.

M. Hanotaux conseille vivement de préférer au conflit,

solution barbare et père du procès, la transaction, l'entente, solution raisonnable et fille légitime de la civilisation. Cette transaction serait la reconnaissance du droit du riverain, droit à l'indemnité, non à l'obstruction ; du droit de l'industriel, droit au travail, non à l'accaparement ; du droit de l'État, droit d'examen sur les conditions d'appropriation, non droit d'expropriation.

Faut-il désirer une loi ? Elle se produira fatalement un jour ou l'autre : mais comment ne pas être effrayé « de la variété infinie des cas particuliers qu'il va falloir enfermer dans la formule froide et sans vie d'un règlement » ? Et puis si, au dire de M. Tavernier, délégué du ministre des Travaux publics, les données très complexes qui permettent de la bien faire sont encore très insuffisantes, n'est-ce pas s'exposer, en la faisant d'urgence, à la mal faire? Si pour trancher les « mille nœuds gordiens » de ces questions vitales pour l'industrie, on recourt « au sabre d'Alexandre » ne risque-t-on pas, en maniant cette arme redoutable de faire d'irréparables blessures, car enfin n'est pas Alexandre qui veut ou croit l'être ? M. Hanotaux voudrait que l'on continuât encore longtemps, comme on l'a fait jusqu'ici, à se passer des réglementations légales et qu'on se bornât à régulariser les moyens qui ont permis à l'industrie de la houille blanche d'atteindre le point où elle est parvenue. Il désirerait la création d'un tribunal de prud'hommes hydrauliciens, chargé, dans chaque région riche en chutes d'eau, d'étudier les intérêts en présence et de statuer au mieux de tous.

Il termine en faisant appel à la sagesse et à la patience des populations graves et laborieuses du Dauphiné.

Aussitôt après avoir remercié l'orateur, le président engage le Congrès à se diviser lui-même en deux sections : l'une économique, l'autre technique. L'une et l'autre entrent aussitôt en séance.

SECTION ÉCONOMIQUE

La section économique élit pour président M. Meyer, vice-président du Congrès et pour vice-présidents M. Guillain, vice-président de la Chambre des députés et M. Philippe, délégué du ministre de l'Agriculture.

Nous allons donner le résumé des conférences tenues dans cette section, à Grenoble les 7 et 8 septembre, le 11 à Annecy, le 13 à Chamonix.

I. La première est la conférence de M. Pillet, professeur à la Faculté de droit de Paris sur L'ASSIETTE ACTUELLE EN FRANCE DU DROIT D'USAGE DES CHUTES D'EAU.

Deux grandes questions se posent de prime abord devant le législateur, lorsqu'il est amené à considérer sur quelles bases doit s'établir une sage et équitable réglementation des chutes d'eau :

1° Que faut-il entendre par ces mots *res nullius* lorsqu'on les applique à l'eau courante?

2° La force motrice de l'eau doit-elle être véritablement considérée comme une richesse nouvelle ?

1° L'importance de la première question n'échappe à personne. Lorsque le législateur met le pied sur un terrain vierge dont la propriété ne peut être revendiquée par personne, il peut, à sa convenance, édifier une loi nouvelle sur telles bases qu'il lui semblera convenable sans se préoccuper d'autre chose que de ce qu'il croit être l'intérêt général. Mais il en est tout autrement s'il voit se dresser devant lui des droits acquis contre lesquels il n'y a jamais eu de prescription et qui, jusqu'à l'heure où les chutes d'eau se sont vu attribuer une grande importance industrielle, ont été universellement reconnus comme incontestables. Cela revient, en d'autres termes, à demander si une chose considérée comme la véritable propriété d'un tiers

tant qu'elle était censée n'avoir pas de valeur appréciable devient tout à coup *res nullius* lorsque les circonstances lui confèrent une valeur plus grande?

Or la plupart des projets déposés sur le bureau de la Chambre des députés paraissent supposer sans autre forme de procès, que les cours d'eau coulant à travers un certain espace et suivant une pente donnée ou, pour mieux dire, la force motrice qu'ils représentent est *res nullius*, et que l'État peut s'emparer et disposer à sa guise de cette force sans porter un préjudice quelconque au droit de propriété de qui que ce soit.

Les partisans de cette doctrine l'étayent sur un sophisme. L'eau, disent-ils, est une chose commune, selon la classification romaine acceptée par les modernes; par conséquent, elle n'est à personne en particulier.

Il est vrai que par sa nature même, l'eau courante est chose insaisissable, qu'elle se déplace sans cesse et se répand à travers de grands espaces contre le gré de ceux qui la voudraient retenir. Mais en cette matière, l'*élément commun* est précisément la *possibilité* et la *légitimité* de l'utilisation successive des cours d'eau par les riverains. Considéré dans son ensemble, l'usage du cours d'eau appartient à la totalité des propriétaires de ses rives; mais, dans chacune de ses parties, il ne peut être utilisé que par les riverains qui la détiennent.

Il n'en est point de même de l'air, chose commune aussi mais qui, servant à tous, n'a aucune individualité.

2° Nous avons ainsi posé la seconde question : La force motrice de l'eau est-elle une richesse nouvelle? Oui, disent les partisans de la concession par l'État, car la force motrice d'un cours d'eau représente une source nouvelle de profits qui ne peut être créée que par la réunion d'un grand nombre de droits individuels. Elle n'appartient donc à aucun d'eux; seul l'État peut la revendiquer comme propre. C'est là un nouveau sophisme. Et d'abord pourquoi

distinguer, dans une seule et même chose, autant de personnalités juridiques que d'utilisations différentes? Les riverains n'ont-ils pas la libre disposition du cours d'eau pour l'irrigation de leurs terres, les usages domestiques, voire même l'établissement d'un moulin ou de toute autre petite industrie qu'ils peuvent exercer dans les limites de leur propriété sans préjudice pour leurs voisins? Que de fois les tribunaux ont sanctionné ce principe par leurs arrêts! Et pourquoi exigerait-on de l'industriel un titre particulier, pourquoi même aurait-il à demander le consentement des propriétaires inférieurs s'il se borne à utiliser le volume d'eau que comporte l'étendue de sa propriété? Est-ce, comme le disent les partisans du système, parce qu'il exploite une richesse nouvelle? Mais ce n'est pas une richesse nouvelle, puisqu'il la possède depuis longtemps. Ce qui est nouveau, c'est la mise en œuvre, la mise en valeur des forces qu'il n'utilisait pas encore. Il n'en est pas de l'eau comme de *la mine*. Pratiquement la mine n'existe que le jour où elle est connue. Et c'est là précisément la différence que le législateur a entendu mettre jusqu'ici entre ces deux choses lorsque pour la mine il a exigé la concession, tandis qu'il se contentait, pour l'établissement des usines sur les cours d'eau non flottables ni navigables, d'une simple autorisation administrative. C'est simplement comme tutrice des intérêts publics que l'administration intervenait, en attestant que l'établissement projeté ne lésait en rien ces intérêts et en édictant les mesures et règlements de police dont l'observation est imposée à tous les riverains.

Il y a plus; si nous lisons attentivement les articles 644 et 645 du Code civil, il appert que dans la pensée du législateur le riverain a réellement le droit d'user du ruisseau, que son droit n'est pas un simple avantage emprunté à la proximité du cours d'eau, mais bien une conséquence de la propriété des rives. L'article 644 est ainsi conçu : *Celui*

dont la propriété borde une eau courante autre que celle qui est déclarée dépendance du domaine public par l'article 538, au titre de la distinction des biens, peut s'en servir à son passage pour l'irrigation de ses propriétés.

Celui dont cette eau traverse l'héritage peut même en user dans l'intervalle qu'elle y parcourt, mais à la charge de la rendre, à la sortie de ses fonds, à son cours ordinaire.

Cela implique évidemment non une propriété réelle, puisque l'eau courante essentiellement fugace ne saurait servir de base à un droit de possession, mais une quasi-propriété ; et cela est si vrai que la jurisprudence elle-même autorise le riverain à pratiquer des prises d'eau et, pour utiliser plus pleinement le liquide, à établir tous les travaux qui ne seront pas de nature à nuire à la propriété des autres, travaux qui peuvent même être faits sur un fonds étranger, si le propriétaire de ce fonds y consent. Si une loi nouvelle, au lieu de sanctionner purement et simplement ce droit d'usage, venait à le transformer en co-propriété attribuée aux riverains, ceux-ci y trouveraient-ils un avantage quelconque non reconnu jusqu'ici ?

Qui pourrait, par exemple, refuser au propriétaire des deux rives sur un parcours de plusieurs kilomètres, d'utiliser la force motrice produite par le cours d'eau entre les extrémités amont et aval de son domaine ? Et ce que l'on accorde au propriétaire d'un grand fonds pourquoi le refuser au petit propriétaire, ce qui arriverait si on le refusait à plusieurs riverains. Ceux-ci doivent être réputés co-usagers indivis de la force motrice produite sur la section du cours d'eau dont ils possèdent les rives, car cette force motrice est indivisible. Les dépouiller de ce droit acquis par eux le jour même où ils ont obtenu la propriété des rives, serait une véritable injustice et l'on serait tenu en conscience à leur rembourser la valeur que représente cette force.

II. Conférence de M. Bougault sur les modifications proposées en France a la législation actuelle des chutes d'eau et sur la législation étrangère.

I. Projet de législation en France.

Le droit d'usage conféré aux riverains par le Code civil est un droit réel immobilier que le propriétaire reçoit en compensation des dommages que lui cause le voisinage des cours d'eau : inondation, curage, ensablement, etc... C'est un droit susceptible d'être acheté, vendu, échangé, soumis aux diverses transactions commerciales et industrielles.

Mais la législation, qui reconnaît et favorise ce droit, a plusieurs lacunes.

En premier lieu, les droits de riveraineté étant aussi nombreux qu'il y a de riverains le long du cours d'eau, si l'on veut faire une dérivation considérable de ce dernier, il faudra grouper dans la main d'une personne ou d'une société tous ces droits individuels : or la loi ne favorise pas ce groupement, et il se trouve que par le mauvais vouloir ou par suite de l'incapacité (minorité, interdiction) d'un riverain, on se trouve parfois dans l'impossibilité de passer outre.

En second lieu, le droit de chacun est limité par celui du voisin qui n'est pas plus défini que le sien, et c'est seulement par le recours aux tribunaux que l'on finit par savoir, à la suite d'une expertise, quelle quantité d'eau l'on peut absorber. En effet si, en principe, le *propriétaire* riverain peut se servir de l'eau, pourvu qu'il la rende à son cours naturel, il a évidemment le droit d'en absorber une partie : on n'arrose pas sans absorption. De même un arrêt de la Cour de Grenoble du 5 août 1901 déclare que si l'*industriel* ne peut rendre la totalité de l'eau, il suffit qu'il renvoie au lit de la rivière la quantité nécessaire à ses co-riverains. Quelle est cette quantité nécessaire ? Il faudra souvent recourir à des experts pour la déterminer.

En troisième lieu, il ne suffit pas de capter l'eau d'un ruisseau, il faut encore la conduire au lieu où elle pourra

être utilisée. S'il s'agit d'une rivière au cours très sinueux, l'on devra couper les boucles de son cours et souvent faire passer à travers des propriétés que l'on n'aura pu acquérir la conduite indispensable. Or l'industriel n'obtient la servitude d'aqueduc à travers les fonds qui séparent son usine de la prise que si les propriétaires y consentent amiablement : aucune loi ne permet de les y contraindre.

Ainsi donc il y a à sauvegarder d'une part le droit du propriétaire, de l'autre l'intérêt de l'industriel. Comment faire ? C'est précisément l'un des problèmes les plus importants à résoudre ; c'est aussi la raison d'être de la plupart des projets présentés.

Tous les projets sont d'accord sur ce point : « Il faut qu'une loi permette à l'industriel d'amener jusqu'à son usine, à travers les fonds intermédiaires, l'eau à laquelle il a droit, moyennant une indemnité ». Il s'agit, en un mot, d'étendre à l'industrie ce que la loi de 1845 permet pour l'irrigation. Mais comment l'industriel créera-t-il cette dérivation ? Quelle procédure aura-t-il à suivre pour la créer sans entrave ?

Trois projets principaux sont en présence : deux d'entre eux demandent à l'État d'intervenir directement et d'étendre aux chutes d'eau le régime des concessions ; le troisième réclame la sauvegarde de l'initiative privée.

Les deux premiers mettent en avant les arguments suivants : seule, une loi d'expropriation permettra de créer et de développer les chutes d'eau ; il n'existe pas d'autre moyen de se défaire des *barreurs de chutes*, avec ou sans indemnité. Or toute expropriation implique l'idée d'*utilité publique*, car il n'y a aucune raison d'exproprier un droit privé au profit d'un autre droit privé : il faut donc que l'État concède les chutes au-dessus de cent ou deux cents chevaux et en garantisse au concessionnaire la possession temporaire et la jouissance, quitte à lui demander en échange une redevance onéreuse au profit des services

publics, sous forme d'énergie gratuite ou à prix réduit, ou même de concours pécuniaire.

Ainsi toutes les usines, aussi bien celles qui sont établies en vue d'une distribution de force, d'une entreprise de transport, ou de toute autre fin utile à la communauté, que celles qui sont essentiellement privées, comme les usines électro-chimiques, les fabriques de tissus, les papeteries, seront soumises à l'intervention de l'État et sujettes à lui payer les droits qu'il imposera. C'est ainsi, par exemple, qu'un fabricant de soie ou un directeur de forges devra laisser dériver de son usine assez de force pour éclairer une école ou faire marcher un tramway. Si l'État refuse la concession, le refus sera sans appel. S'il l'accorde, on devra accepter de lui un cahier de charges limitant la durée de la concession et indiquant les charges y annexées.

Des deux premiers projets demandant l'intervention directe de l'État l'un a été déposé par le gouvernement, le 6 juillet 1900 ; l'autre a été élaboré par la commission parlementaire dont le rapporteur est M. Guillain. S'ils ont plusieurs points de contact, ils diffèrent essentiellement sur plusieurs autres.

Le premier — celui du gouvernement — soumet à la concession toutes les usines dont la force dépasse cent chevaux.

1° La concession ne sera que temporaire : elle comprendra la retenue et la dérivation de l'eau avec les terrains et bâtiments et la transformation de l'énergie hydraulique en énergie électrique.

2° Le cahier des charges énumérera tous les concours dont le concessionnaire sera redevable envers l'État ou les communes, fourniture d'eau ou d'énergie, contributions pécuniaires, etc...

3° Le concessionaire, tout comme un entrepreneur de travaux publics, sera soumis au rachat ou à la déchéance. Cette dernière sera encourue par le fait seul qu'une des prescriptions du cahier des charges n'aura pas été obser-

vée : le rachat pourra se faire après vingt-cinq années, au prix fixé par une commission spéciale. Lorque la concession expire, tous les ouvrages qui la constituent ou en dépendent font retour à l'État. L'État peut la proroger en accordant un droit de préférence au premier concessionnaire, après avoir fait procéder, cinq ans avant l'expiration du terme, à l'institution d'une concession nouvelle et l'avoir fait connaître aux concurrents.

4° Le concessionnaire aura à indemniser lui-même les riverains dont il devra léser les droits, pourvu toutefois qu'il en soit fait usage, car, dans le cas contraire, ces droits tomberaient sans aucune compensation exigible.

L'orateur rappelle les critiques soulevées par ce projet : précédent dangereux vers la socialisation ou, suivant un terme atténué, vers la nationalisation des moyens de production ; permission donnée à l'État de mettre une *main trop lourde* sur l'industrie privée en la soumettant au contrôle permanent des administrations ; incertitude du lendemain, fatale conséquence de la création du cahier des charges ; véritable spoliation de droits réels consacrée par le principe d'indemniser seulement les co-usagers.

C'est à la suite des récriminations venues même des sphères officielles que l'on se rappela que la commission parlementaire avait déjà élaboré un projet beaucoup plus libéral : cette rédaction admet le pouvoir concessionnaire de l'État et le droit d'exiger en échange des rémunérations en force, en eau, en espèces.

Toutefois : 1°) La concession n'est obligatoire qu'autant que le concessionnaire a besoin, pour l'établissement de son usine, des pouvoirs conférés par la loi nouvelle, notamment en ce qui concerne le droit d'expropriation. Sinon, il est libre d'user de l'article 644.

2°) L'industriel qui obtient la concession, l'obtient à perpétuité comme propriété immobilière.

3°) Les riverains qui ne font pas usage de leurs droits,

devront, comme les autres, recevoir une indemnité s'ils en sont dépouillés.

A première vue, ce projet paraît différer essentiellement du précédent : il lui est cependant très connexe et ses auteurs ont eux-mêmes proclamé à plusieurs reprises que les divergences étaient de pure forme. Et cela est exact si l'on considère la communauté d'origine de l'idée qui sert de base à l'un et à l'autre, et la possibilité maintenue à l'État, par l'un et par l'autre, de retirer la concession, à certaines époques et dans certaines conditions. Le système de la commission parlementaire expose en effet les conditions de rachat dont le prix devra être la valeur calculée au moment même du rachat, des établissements créés en vue d'utiliser la chute. Et cela rend la concession bien précaire.

Aussi un nouveau projet de loi — le projet de loi de Grenoble — est-il né de la protestation unanime élevée par les industriels : il réduit au minimum l'intervention administrative et conserve de la législation actuelle tout ce qui peut être gardé. Tout industriel devra, pour se rendre acquéreur d'une section de rivière, en faire au tribunal la demande de licitation en indiquant les points *amont* et *aval*. Si à cette demande rendue publique un riverain fait opposition, l'administration donnera son avis.

La licitation se fera devant le tribunal civil : le prix versé par l'adjudication sera réparti entre les riverains proportionnellement à la hauteur de chute comprise dans les limites de chaque propriété. Et c'est tout.

Les partisans des autres systèmes n'ont point manqué de faire à leur tour des objections. L'auteur du projet y répondra.

II. *En ce qui concerne les législations étrangères,* il est utile de les connaître ; mais il faut toujours les mettre en regard des conditions économiques de chaque pays et des idées qui depuis longtemps y sont reçues. L'Allemagne

n'a pas de législation uniforme sur les eaux : chacune des fractions autonomes de l'empire continue à se régir comme elle le faisait avant 1870. Les législations bavaroise et prussienne sont seules intéressantes.

La première (art. 39) est, sous une forme différente, la complète reproduction, quant au sens, de la législation française (art. 644) : « Les rivières et les ruisseaux qui ne servent ni à la navigation, ni au flottage des radeaux sont considérés, *y compris la pente telle qu'elle existe*, comme dépendances des propriétés à travers lesquelles ils coulent, suivant la largeur des rives de chaque propriété. Mais le propriétaire riverain ne peut user des eaux qu'en respectant les droits des autres propriétaires riverains et de ceux qui ont des droits quelconques sur l'eau. » L'article 52 reconnaît à l'administration les mêmes droits et devoirs que la loi française : « Les autorités administratives ont à surveiller l'usage des cours d'eau privés, dans l'intérêt général par mesure d'hygiène pour éviter des inondations, assurer la libre circulation, etc... »

En Prusse, on divise les eaux en publiques et non publiques. Ces dernières sont toutes celles sur lesquelles les intéressés invoquent des droits consacrés par des titres sérieux. L'utilisation industrielle des cours d'eau privés n'est, en principe, soumise à aucune restriction spéciale. Tout riverain peut y prétendre ou céder ses droits à un tiers. L'autorité locale donne l'autorisation de construire les barrages et retenues et ne doit tenir compte que des oppositions d'ordre public. Elle renvoie aux tribunaux les oppositions basées sur le droit privé.

En Suisse, chacun des cantons a sa législation ou sa jurisprudence : ils ont tous l'*habitude industrielle* de vivre chacun pour soi, et nul d'entre eux ne paraît désirer l'ingérence de l'État dans ses affaires.

En Italie, la législation est basée en apparence sur un principe diamétralement opposé à celui de la loi française encore en vigueur, sur l'idée de *concession*. Mais la *con-*

cession italienne n'est plus la même que celle des deux projets de loi du gouvernement ou de la commission parlementaire. C'est une « simple vente d'eau » pour un temps déterminé, moyennant une redevance de trois lires par cheval en eau brute. L'industriel conserve, après l'expiration de la concession, la propriété des usines, des appareils de transformation, etc...

Jamais la concession n'est soumise à la déchéance ni rachetable par l'État : elle peut être perpétuellement renouvelée de trente ans en trente ans. On doit remarquer du reste qu'indépendamment de sa forme bénigne, l'idée de concession n'est de nature à froisser personne en Italie où, d'après l'article 427 du Code civil, les fleuves et les torrents font, de temps immémorial, partie du domaine public. Quant aux petits cours d'eau qui n'y sont pas classés, les riverains ont le droit d'en disposer comme en disposent les riverains français d'après l'article 644 de leur Code civil.

Il faut le dire d'ailleurs, la législation italienne est très vivement critiquée en Italie même. Les uns la voudraient plus libérale, les autres réclament l'intervention plus directe et plus stricte de l'État.

M. Bougault termine cet exposé très clair en demandant aux congressistes le tribut de leurs observations et de leurs travaux.

III. Conférence de M. Colson, conseiller d'État, sur le projet du gouvernement.

Nous connaissons déjà, d'après les deux conférences qui précèdent, le projet du gouvernement. Il importe cependant d'en résumer les principaux articles :

1. Les usines privées continuent à être régies par les lois et les règlements en vigueur sur le régime des eaux.

2. Les usines publiques, c'est-à-dire celles qui seraient créées postérieurement et auraient une puissance brute de plus de cent chevaux ou les usines existantes dont la puis-

sance serait portée à plus de cent chevaux, seront nécessairement l'objet d'une concession.

3. La concession est faite, sur avis du Conseil d'État, par un décret du ministre de l'Agriculture s'il s'agit de rivières non navigables ni flottables, du ministre des Travaux publics s'il est question des autres; par une loi, si les eaux doivent être détournées de leur lit naturel sur un parcours de 20 kilomètres.

4. Le cahier des charges détermine : la durée de la concession, les dépendances immobilières qu'elle comporte, le règlement d'eau de l'usine, les conditions générales des travaux à effectuer, les charges imposées au concessionnaire.

5. Les ouvrages hydrauliques et autres sont assimilés aux ouvrages de la grande voirie, notamment au point de vue de la répression des contraventions. S'ils intéressent la sécurité publique ou le régime des eaux, les projets doivent être soumis au ministre compétent...

12. A l'expiration du terme fixé, la concession avec toutes ses dépenses telles qu'elles sont définies par l'article 4 fait retour à l'État, sans indemnité.

13. Après l'échéance des quinze années l'État peut, quand il le veut, racheter la concession.

14. La déchéance est prononcée par le ministre, dans les cas prévus au cahier des charges, sauf recours au Conseil d'État.

M. Colson estime que le projet du gouvernement est le seul acceptable, et cela pour les raisons qu'a déjà indiquées M. Bougault : il admet toutefois *que la concession ne doit pas être obligatoire* dans tous les cas, mais seulement lorsque l'industriel, ne pouvant s'entendre avec les riverains, est obligé de demander à l'État des moyens de coercition contre les récalcitrants malgré tout. Mais il n'accepte pas que l'on doive reconnaître le principe de l'indemnité pour les riverains qui n'auront pas encore fait usage de leurs droits : il estime qu'ici, comme toujours en

matière administrative, la mise en œuvre de la *faculté* doit être requise pour que le droit soit acquis.

Les concessions doivent être temporaires et rachetables par l'État, car celui-ci doit retenir le droit de reprendre une richesse qu'il a créée. Les concessionnaires n'ont qu'à renouveler la concession avant l'échéance ; leurs intérêts sont suffisamment sauvegardés par le droit de préférence, à avantages égaux, que leur reconnaît la loi elle-même.

IV. Conférence de M. Guillain, ancien ministre, vice-président de la Chambre des députés, sur le projet de la Commission parlementaire.

M. Guillain est le rapporteur de la Commission, il est donc qualifié pour en exposer les idées devant le Congrès. Nous avons déjà pu connaître, d'après l'exposé de M. Bougault, en quoi ce projet diffère du précédent. En voici les articles qu'il est important de rappeler.

1. Les usines peuvent être réparties en trois classes : 1° usines autorisées, 2° usines concédées, 3° usines d'utilité publique...

3. On appelle « usines concédées » celles qui, principalement destinées à des exploitations industrielles ou agricoles d'au moins cent cinquante poncelets (deux cents chevaux) d'énergie brute à l'étiage, auront reçu du Conseil d'État le titre d'usines concédées. Les autres sont dites « autorisées », à moins qu'elles ne soient d'utilité publique, c'est-à-dire créées en vertu d'une déclaration d'utilité publique, dans des conditions ou pour des objets d'utilité publique.

Sur la demande des permissionnaires ou propriétaires, les usines autorisées pourront toujours être admises au régime des « usines concédées », si elles ont au moins cent cinquante poncelets (deux cents chevaux) d'énergie brute.

4. Les usines autorisées ne sont soumises qu'aux obligations et conditions qui résultent respectivement, pour

chacune des deux catégories de cours d'eau, des lois et règlements sur la police et la conservation des eaux. Le ministre ne peut refuser au demandeur « l'autorisation » d'établir une usine de cette classe, s'il prouve son droit à user des eaux et à occuper les terrains nécessaires.

5. La *concession* d'une usine est donnée par décret du Conseil d'État, sur le rapport et après enquête du ministre de l'Agriculture.

6. La demande en concession doit faire connaître notamment : l'objet de l'entreprise et les ouvrages projetés ; les points extrêmes et le périmètre de la concession ; les débit, hauteur et puissance présumés de la chute ; la partie de l'énergie totale et de l'eau dérivée qu'on offre de laisser à la disposition des services publics et des associations syndicales autorisées existants ou à créer, et les tarifs auxquels on compte céder cette énergie et cette eau ; les facultés et domicile du demandeur. Elle doit être précédée d'un versement destiné à couvrir éventuellement les frais de l'instruction.

7. Le ministre, s'il juge qu'il y a lieu de donner suite à la demande, fixe les conditions techniques générales et le minimum des avantages à réserver aux intérêts publics. Alors seulement le demandeur fait signification de sa demande aux riverains ayant des terrains et usines dans le périmètre signalé à l'article précédent ; il est procédé à l'affichage dans les communes intéressées, à la publication dans le Journal officiel, à une enquête dans les communes, etc...

10. Le décret de concession détermine le volume d'eau maximum par seconde, la puissance correspondante de la chute, le volume d'eau minimum à laisser, s'il y a lieu, dans le lit de la rivière ; les conditions générales des travaux, emplacements, tracés, etc..., le périmètre de la concession ; les ouvrages que le concessionnaire est tenu d'établir ; les quantités *maxima* d'énergie et d'eau à mettre à la disposition des départements, communes, associations syndi-

cales, etc..., les délais impartis pour la mise en exploitation...

12. La concession constitue une propriété immobilière, soumise à toutes les dispositions visant les propriétés de cette nature.

13. Sont dépendances de la concession tous ouvrages, bâtiments et machines servant à capter, conduire et surveiller l'eau, à transformer l'énergie de la chute en énergie mécanique ou électrique et autres similaires ou les complétant; les réservoirs et constructions analogues; les terrains que le concessionnaire doit conserver ou acquérir.

14. La concession forme un tout indivisible dont rien ne peut être vendu, ni distrait, ni cédé sans l'autorisation du gouvernement.

15. Toute réunion de concessions par association est soumise à un décret rendu en Conseil d'État après enquête...

21. Le décret de concession transforme en droit à une indemnité pécuniaire à verser par le concessionnaire, les droits de quiconque faisait usage des eaux en vertu d'un titre régulier. En certaines circonstances, le concessionnaire pourra se libérer par la restitution de l'eau en nature ou de l'énergie qu'elle représente...

27. Le concessionnaire reste soumis à toutes les mesures de police que l'administration a le droit d'exercer d'après les lois et règlements non contraires à la présente loi. Aucune modification permanente des ouvrages ou du régime hydraulique de la concession ne pourra lui être imposée qu'en vertu d'une déclaration d'utilité publique ou par un décret rendu en Conseil d'État : mais il n'aura droit à aucune indemnité si les modifications sont prescrites dans l'intérêt de l'hygiène ou contre les inondations. Toutefois si l'on venait à enlever au concessionnaire la moitié de l'énergie brute dont il avait la disposition, il pourrait requérir l'expropriation ou le rachat.

28. Sur réquisition prononcée par une commission instituée *ad hoc*, le concessionnaire est tenu de mettre, en

nature ou en énergie suivant les cas, à la disposition de l'administration, en tout ou en partie, les quantités fixées par le décret de concession, et il recevra pour ce fait indemnité suivant les tarifs prévus par le même décret...

3o. Quinze ans révolus après le décret de concession, l'État peut toujours, pour un motif d'intérêt public et par décret rendu en Conseil d'État, racheter la concession ; le prix est fixé à la valeur actuelle des dépendances immobilières. Mais l'État a droit, en outre, à requérir l'acquisition de tous les objets mobiliers et approvisionnements utiles à l'exploitation.

Les articles qui précèdent et quelques autres dont nous n'avons pas fait mention s'appliquent aux cours d'eau non navigables ni flottables (art. 5-39). Les articles qui y font suite, dans le projet de loi, regardent les usines concédées sur les cours d'eau navigables et flottables et les usines d'utilité publique. Ils sont inspirés par le même esprit et ne modifient en aucune façon la nature et les tendances de la loi. Nous croyons inutile de les résumer.

M. Guillain défend par les arguments suivants le système de la Commission dont il est le rapporteur :

La loi ne doit pas seulement avoir pour but d'aplanir les obstacles qui empêchent l'utilisation des chutes d'eau; mais elle doit encore réglementer l'usage d'une richesse nouvelle et en attribuer le profit à qui de droit. Il y a richesse nouvelle. En effet : si un riverain possède un mètre de chute, il n'en fera rien. Si cent riverains en possèdent chacun un mètre, aucun n'en fera rien non plus ; mais si l'un des cent réunit les droits de tous et arrive à posséder cent mètres de chute d'une seule venue, il a en main une richesse considérable qu'il ne possédait pas avant.

Or qui doit profiter de ce supplément de richesse ? Sera-ce le riverain ? Sera-ce l'État ? Ce ne sera pas le riverain, car il n'a pas le droit de demander une extension de ses droits. Si l'article 644 lui donne quelques droits d'usage, il reste vrai que la pente est *res nullius* et on ne

voit pas pourquoi il exigerait un droit de préférence pour la concentration de tous les droits dans sa main. C'est là l'argument que l'on peut mettre en avant contre le projet de licitation dont M. Michoud se fera le porte-voix dans une des conférences qui vont suivre.

Si le projet du gouvernement, dit M. Guillain, paraît être le système du *summum jus*, *summa injuria*, lorsqu'il oblige le riverain à demander la concession, le projet de la Commission semble, au contraire, tout concilier en laissant les propriétaires des chutes s'entendre entre eux pour l'application amiable de l'article 644 sans limitation de force, quand ils ne demandent à l'État aucune faveur et n'exigent de lui aucune coercition vis-à-vis du tiers.

Si le projet du gouvernement est trop radical en refusant toute indemnité aux riverains et en soumettant à la même législation toutes les concessions, quelles qu'elles soient, le projet de la Commission est beaucoup plus libéral. Il admet que l'effet de la concession est de transmettre au concessionnaire tous les droits à l'usage de l'eau, mais sans pour cela léser les droits des riverains ; toutefois il distingue d'abord les *droits réels* des *droits éventuels*, c'est-à-dire les droits dont il est fait usage de ceux dont il pourrait être fait usage. Ceux-ci ne sont jamais entrés en ligne de compte, eu égard à l'indemnité à attribuer, quand il s'est agi de travaux publics. Au contraire, la jurisprudence a toujours admis qu'en matière de travaux privés il y avait toujours lieu de les reconnaître.

Le projet de loi de la Commission divise donc les concessions en deux catégories : la première comprend les concessions industrielles, la seconde celles d'utilité publique. Ces dernières doivent être, comme auparavant, soumises au régime des travaux publics : les autres devront être favorisées, mais à deux conditions seulement, à savoir :

1° Que l'on gardera à la communauté le bénéfice des coercitions contre les propriétaires récalcitrants ;

2° Qu'on laissera aux industriels leur liberté d'action et

qu'on leur assurera les garanties nécessaires à l'appel des capitaux.

On satisfera à la première de ces conditions en réservant à l'État, ou aux communes ou associations syndicales, non point *gratuitement* mais à des *tarifs de faveur*, une partie relativement minime d'énergie ou de force brute ; à la seconde, en ne transformant pas le contrôle nécessaire de l'administration en immixtion constante ou arbitraire dans les affaires de l'industriel, en ne réduisant pas le concessionnaire au rôle de gérant d'un domaine public dont tous les travaux tant intérieurs qu'extérieurs exigent l'autorisation préalable, dont un cahier des charges grève lourdement les facultés, dont la prohibition de vendre, d'hypothéquer ou de disposer gêne singulièrement et les allures et la gestion. Que dire de la durée limitée avec retour obligatoire à l'État ? Elle paralyse immanquablement l'industrie, constitue une véritable épée de Damoclès pour le concessionnaire pendant toute la durée du contrat, par la possibilité du rachat à toute époque si les conditions de ce rachat ne sont pas irrévocablement fixées et connues à l'avance. Elle transforme, en un mot, la concession en dure servitude.

Il faut, au contraire, à l'industriel une grande liberté d'action : il doit pouvoir considérer sa chute comme une chose lui appartenant, dont il est le véritable propriétaire, non sans doute au point de la pouvoir détruire, mais pour en pouvoir user comme il lui plaît, à la seule charge de l'exploiter, de la mettre en valeur dans un délai déterminé, et avec la seule restriction de ne pouvoir céder à la tentation d'accaparement.

La condition de la perpétuité est évidemment nécessaire pour que la liberté de l'industriel soit plus grande ; mais comme cette perpétuité serait de nature à donner lieu à des abus — car enfin une énergie d'une valeur restreinte pourrait, par exemple, acquérir avec le temps une énorme valeur — il est bon que l'État puisse intervenir et, à

des époques assez éloignées l'une de l'autre, exiger le rachat.

L'intérêt même de l'industrie réclame cette façon de procéder.

Si, au bout d'une durée très limitée la concession doit faire retour à l'État, sans indemnité aucune, il n'y aura pas d'amélioration ni de progrès possible ; car le concessionnaire, à mesure qu'il approchera du terme de la concession, aura surtout en vue la diminution de la dépense et se préoccupera peu des perfectionnements onéreux à apporter à son industrie. Si, au contraire, il est assuré de couvrir ses frais, s'il sait qu'en dehors d'un cas de véritable intérêt public, et jamais sans une réelle indemnité, on ne le dépossédera de son bien, il conservera toutes ses facultés pour améliorer et sa production et ses moyens de produire.

M. Guillain estime donc que le projet de la Commission parlementaire est le meilleur : il demande seulement qu'on le modifie sur trois points, et il semble en cela subir très heureusement le courant d'idées qui s'est fait jour dès le début parmi les membres du Congrès :

1° L'énergie des eaux est concessible ; mais la concession n'en est pas obligatoire, quelle que soit la force dont l'industriel peut disposer ou qu'il a pu acquérir.

2° Le concessionnaire sera tenu d'indemniser les riverains, tant de leurs droits réels que de leurs droits éventuels.

3° Le rachat n'est possible qu'à de longs intervalles à déterminer, par exemple de trente ans en trente ans.

V. Conférence de M. Michoud, professeur de droit a l'Université de Grenoble, sur la licitation des droits de riverainetè.

Le projet que défend M. Michoud a été élaboré par le Syndicat des forces hydrauliques de Grenoble. En voici les principales lignes en résumé :

1. Quiconque possède une chute d'eau dans sa propriété peut s'en servir en la limitant par les niveaux-moyens d'entrée et de sortie de son fonds. Si le cours d'eau sépare deux propriétés, le droit est indivis et l'exercice en est soumis à l'autorité administrative suivant les lois et règlements existants.

2. Tout riverain peut demander que les droits appartenant à des tiers en vertu de l'article 1 fassent l'objet d'une licitation, laquelle sera demandée par simple requête adressée au tribunal.

3, 4 et 5. Un délai de trois mois est accordé pour les oppositions et réclamations. Ce délai peut être de plein droit prolongé d'un mois à partir du dépôt de la dernière demande. L'administration ne peut s'opposer à la licitation qu'en obtenant, dans l'année, la déclaration d'utilité publique pour les ouvrages à établir sur le cours d'eau ou du moins un tronçon du cours d'eau dont la licitation avait été demandée : elle a un mois pour déposer un rapport sur le sectionnement des cours d'eau.

6. Huit jours après le dépôt du rapport ou sur simple requête de la partie la plus diligente, si le rapport n'est pas déposé à l'époque fixée, le tribunal ordonne la licitation par un jugement non susceptible d'appel ni d'opposition.

7. Les experts déposent au greffe du tribunal un rapport présentant le cahier des charges de l'adjudication. Ce cahier des charges contient : la désignation du cours d'eau et du sectionnement ; l'estimation et la mise à prix ; l'indication du cautionnement à verser par ceux qui doivent prendre part à l'adjudication ; l'indication des bases sur lesquelles le prix doit être réparti entre les co-riverains ; la mention que les frais de poursuite seront imputés et prélevés par privilège sur le prix de la vente.

8. Le rapport ne peut être expédié ni signifié. Avis du dépôt du cahier des charges est publié par les soins du greffier. Un mois de délai est accordé aux intéressés pour

prendre connaissance du rapport et formuler leurs oppositions. Le mois expiré, le tribunal statue sur le rapport, le cahier des charges et les demandes formulées par les intéressés. Il fixe sans appel le jour de la licitation...

10. Les actions en résolution, en revendication ou toute autre action sur les immeubles riverains ne peuvent arrêter la licitation ni en empêcher l'effet ; le droit des réclamants est transporté sur le prix, et le droit de se servir de la chute est transféré à l'adjudicataire franc et libre de toutes charges...

12 et 13. L'adjudicataire sera tenu, dans les deux mois de l'adjudication définitive, de demander l'autorisation administrative pour l'établissement des ouvrages nécessaires à l'utilisation de la chute et de se conformer aux délais prescrits par l'administration, sous peine de déchéance par adjudication nouvelle, auquel cas il serait tenu compte au premier adjucataire de ces débours, si le prix de la deuxième adjudication le permet.

14. Quiconque voudra, pour utiliser la force hydraulique à laquelle il a droit, élever des travaux d'art sur le terrain d'un tiers pourra en obtenir la faculté, à la charge d'une indemnité fixée par les tribunaux. Il pourra de même, à la même condition, faire passer ses eaux sur les fonds d'autrui, exécuter les travaux nécessaires à leur passage, sauf dans les habitations, cours, parcs, etc.

15. Les propriétaires pourront exiger que l'usinier achète les terrains submergés par la retenue des barrages. On pourra estimer la valeur de ce terrain au double de ce qu'elle était avant l'occupation. La pièce de terre trop endommagée ou dégradée sur une trop grande partie de sa surface, devra être achetée en totalité, si le propriétaire l'exige.

16 et 17. Vis à-vis des titulaires des droits d'irrigation, l'usinier peut se libérer en fournissant en nature et gratuitement l'eau et la force à des prix raisonnables ; mais il devra toujours payer une indemnité soit pécuniaire,

soit en nature, que le propriétaire ait ou non fait usage des droits qui lui sont reconnus. Le tribunal peut même ordonner qu'une indemnité provisionnelle soit payée par l'usinier avant tout commencement de travaux préjudiciables.

18. Les usines préexistantes dans la section du cours d'eau intéressée par la création d'une usine nouvelle pourront exiger de celle-ci la restitution en nature de l'énergie dont elles disposaient, à moins que les propriétaires n'aiment mieux une indemnité pécuniaire.

19 et 20. Tous ouvrages ayant pour objet l'utilisation de la force motrice de l'eau et l'amélioration du régime des cours d'eau en vue de cette utilisation peuvent être déclarés d'utilité publique ; cette déclaration peut résulter de celle d'une entreprise déclarée elle-même d'utilité publique.

21. L'eau dérivée et l'énergie acquise au moyen de ces ouvrages doivent être affectées aux besoins des services publics administrés ou concédés par l'État, les départements, communes ou associations syndicales autorisées dont les ouvrages auront été déclarés d'utilité publique.

22. Les terrains nécessaires aux ouvrages d'utilité publique peuvent être acquis par expropriation à défaut d'accord avec le propriétaire.

Ainsi, d'après le projet de M. Michoud et du Syndicat des forces motrices, l'industriel qui pour établir une chute voudra s'assurer tous les droits de riveraineté d'une section d'un cours d'eau, en demandera l'adjudication au tribunal, au moyen de la procédure ordinaire de licitation.

L'adjudication ne porte pas sur la totalité des droits d'usage, tels qu'ils découleraient de l'article 644 ; car, dans le projet, l'énergie déjà captée devra être intégralement restituée en nature ou en argent et les droits d'irrigation, *utilisés ou non*, devront être sauvegardés ; mais simplement sur les autres droits de riveraineté auxquels le prix sera

attribué, proportionnellement à la hauteur des chutes de chaque propriété.

Donc la licitation ne crée pas, comme on l'a dit, un nouveau droit, mais sauvegarde les droits jusqu'ici reconnus aux riverains.

Le projet affirme une fois de plus que l'usage de la force motrice appartient aux riverains, aussi bien à tous qu'à chacun, s'il s'en trouve qui puissent en user dans les limites de leur propre fonds. Il n'enlève nullement à l'administration les droits qu'elle possède déjà, droits de contrôle et de police, droit d'intervention en ce qui concerne l'hygiène, la salubrité, la sécurité publique, droit d'expropriation pour cause d'utilité publique. Il ne contient donc d'autre innovation que celle qui aplanit la difficulté provenant du morcellement du droit de riveraineté. Et cette innovation est à l'avantage de l'industrie, sans engendrer pour l'État aucun désagrément. L'industrie courrait au contraire de très grands risques, si l'on accordait à l'État le monopole des chutes : ce serait d'ailleurs contraire à tous les principes de notre droit privé.

Le système mitigé de la Commission n'est lui-même nullement à l'abri de ces reproches, car il reconnaît le principe du droit de l'État à choisir le concessionnaire, à racheter la concession, à proclamer la déchéance, prétentions incompatibles avec la sécurité industrielle.

On a élevé deux reproches contre le système de licitation :

1° Il jette l'autorité judiciaire hors de ses attributions normales.

2° Il ouvre la porte à une procédure longue, coûteuse et insuffisante.

Le premier reproche a surtout trait au sectionnement du cours d'eau, lequel devrait être fait par l'autorité administrative, tandis que, d'après le projet du Syndicat, celle-ci n'a qu'un droit d'intervention.

On répond que le sectionnement ne saurait, dans la plupart des cas, être arbitraire : il est imposé par la configuration des lieux. Si on le laisse au jugement de l'État, celui-ci se déterminera non par des considérations géographiques, mais pour des motifs étrangers aux intérêts industriels. L'expérience est là qui le démontre.

Le second reproche n'est pas plus fondé. La procédure proposée par le projet est calquée sur la loi de 1856, qui a servi à la licitation des étangs de la Bresse. Elle est suffisante parce que, employée depuis 50 ans en Bresse où les droits sont morcelés à l'infini, elle n'a jamais donné lieu à des réclamations ; elle est moins coûteuse, car elle supprime les exploits de signification ; elle est moins longue que la procédure administrative, car elle a des délais prescrits.

VI. Conférence de M. Ader, ingénieur des Ponts et Chaussées a Narbonne, sur un projet de loi relatif a la création d'usines hydrauliques destinées a la transmission de la force.

M. Ader n'approuve pas plus le projet de la licitation que les projets basés sur le système de concession. Il propose la solution suivante.

Toutes les fois qu'il s'agira de créer une chute nouvelle, les riverains pourront se constituer en association syndicale. Ce syndicat fonctionnera lorsqu'il aura réuni les adhésions des deux tiers des riverains représentant la moitié des droits de riveraineté, ou de la moitié des riverains représentant les deux tiers des droits de riveraineté. Il aura alors le droit de revendre ou d'affermer la chute et sera compétent pour toute liquidation des droits de riveraineté.

Si le syndicat n'a pu se former, la concession pourra être accordée par l'État ; elle sera temporaire avec cahier des charges et réserves pour les services publics. Mais comme la concession est un pis-aller, notification

devra être faite aux riverains trois mois à l'avance avec faculté de former, s'ils le peuvent, une association syndicale.

L'État aura le droit de se réserver un cinquième au maximum de la force totale aménagée ; mais il devra indemniser le syndicat d'une part des frais d'installation proportionnelle à l'importance de la fraction de chute qu'il se réservera.

Le service d'aqueduc pourra être accordé sur fonds non clos et moyennant indemnité, à tout industriel qui voudra utiliser la différence de niveau des eaux pour la force motrice.

Ce système assure, d'après son auteur :

1° Une grande liberté à l'industrie. — 2° Une digue à la surproduction, car ne sera créé que ce qui pourra l'être utilement. — 3° Une procédure économique à laquelle M. Ader donne le nom de *licitation administrative*.

Le projet qui vient d'être énoncé présenterait, au point de vue juridique, les avantages suivants :

1° Il écarte l'intervention de l'État dans les entreprises privées.

2° Il ne reconnaît de droit acquis autre que celui qui est exercé et refuse une indemnité au propriétaire qui n'use pas de sa chute, et ne lui fait pas tort, car il lui laisse la liberté d'en user en entrant dans une association syndicale.

3° Il respecte les droits du pouvoir administratif représenté par l'association syndicale, en lui réservant la concentration des droits indivis de riveraineté.

4° Le principe nouveau propre à ce système est la faculté de vente ou de location de l'entreprise concédée à une association syndicale.

VII. Conférence de M. Brillouin, vice-président de la Chambre syndicale des Usines d'électricité, sur la

NOUVELLE LÉGISLATION A ÉTABLIR AU SUJET DE L'UTILISATION INDUSTRIELLE DES COURS D'EAU.

M. Brillouin fait remarquer qu'à la suite du dépôt des projets de loi dont il a été fait mention, un grand nombre de propriétaires ont adressé des demandes d'autorisation ne visant aucune utilisation déterminée, mais constituant une sorte de réserve de prévision sans but défini. Il demande que l'on instruise seulement celles qui ont trait à des projets étudiés et bien nets en vue d'une rapide mise en œuvre.

Le conférencier est ensuite d'avis qu'on n'accorde à l'État le droit de prélever une part sur les bénéfices à retirer des pentes des rivières, qu'autant qu'il aura concouru à les aménager, et qu'on lui refuse tout droit d'utilisation des cours d'eau étrangers à ses travaux.

Il réclame ensuite que le droit effectif, réel et indéniable des riverains à la pente de l'eau soit sanctionné par un *droit de veto* opposable aux demandes en licitation et en concession, et cela pour protéger les humbles. A cet effet, il propose de les associer en groupe indivis sous la présidence d'un délégué de l'État et de leur conférer proportionnellement à leur force le droit de s'opposer aux demandes et de se réserver, quand ce serait indispensable, la quantité suffisante à leurs besoins.

VIII. CONFÉRENCE DE M. PRIMAT, INGÉNIEUR DES MINES, SUR LES MESURES A OPPOSER AUX BARREURS DE CHUTE.

M. Primat a surtout en vue de rendre inutiles les oppositions systématiques dont les industriels sont très souvent les victimes de la part des barreurs de chute. Il propose pour cela de rendre toujours possible l'achat de leur riveraineté et d'en fixer le prix d'après « la grande loi régulatrice de l'offre et de la commande ». A cet effet, il développe une proposition de loi dont les principales dispositions sont les suivantes.

Tout propriétaire dont le fonds est traversé par un cours d'eau est en même temps propriétaire de l'énergie produite dans ce fonds par la pente du cours d'eau.

Tout riverain dont la propriété est bordée par un cours d'eau jouit d'un droit partiel de riveraineté qui, réuni aux droits des riverains qui lui font face, peut devenir un droit de riveraineté totale pour quiconque en est détenteur.

Mais la transmission de ces droits devra se faire d'après certains règlements dont voici les principales clauses :

Tous les ans, en décembre, la valeur de chaque riveraineté est déclarée à la mairie de la commune où elle est située. Elle est inscrite sur un registre tenu en double à la préfecture ou sous-préfecture et à la mairie où le public peut en prendre connaissance. Et comme les propriétaires seraient parfois tentés de donner à leur riveraineté une valeur exorbitante, un impôt sera créé proportionnel à la valeur déclarée.

Du 10 au 30 janvier, tout industriel peut acquérir un droit de riveraineté s'il verse le montant de la valeur déclarée plus une fraction fixée annuellement par la loi de Finance, mais sans droit d'enregistrement. En cas de compétition, il y aura enchère.

Aux industriels qui possèdent en propre des droits de riveraineté, il sera loisible d'accepter ou non le régime nouveau. S'ils acceptent, ils enverront tous les ans au préfet, avant le 31 mai, l'état descriptif de leur usine, dépendance et servitudes. S'ils refusent, ils devront néanmoins déclarer leurs riverainetés continues et s'ils viennent à cesser d'en être propriétaires, l'acquéreur n'est tenu à les indemniser en rien des appareils hydrauliques qui restent leur propriété.

Les créateurs de chute pourront acquérir le droit d'aqueduc en achetant le terrain ou en versant une indemnité pour occupation temporaire. Cette indemnité sera évaluée au double du revenu net du terrain, ou de l'immeuble traversé.

IX. M. René Tavernier, ingénieur des Ponts et Chaussées, délégué du ministre des Travaux publics est d'accord que l'on peut apporter au projet du gouvernement de sages modifications. Il admet qu'on peut accorder une indemnité aux riverains n'ayant pas encore fait usage de leurs droits, qu'il faut écarter les cahiers des charges trop onéreux et résume sa pensée au sujet des services publics en disant qu'ils seront d'autant mieux assurés que les concessionnaires seront plus libres et mieux garantis ; mais il trouve que le système de la licitation, s'il permet de vaincre l'opposition des barreurs de chute, laisse le champ libre aux coalitions et groupements qui élèveront les enchères à un prix inabordable. A son avis, bien que l'aménagement des chutes d'eau soit obligatoire d'après le projet du Syndicat, l'aménagement n'étant pas l'utilisation, la porte reste ouverte à bien des abus.

X. Conférence de M. Jean Neyret, ingénieur a Saint-Étienne (Loire), sur la nécessité de la liberté en matière industrielle.

M. Jean Neyret a fait à Chamonix une conférence très documentée qui, nous devons le dire, a été peut-être de toutes la plus chaleureusement applaudie. Depuis une semaine entière les congressistes, vivant de la même vie, se communiquant sans cesse leurs idées et leurs objections, avaient fini, comme cela était inévitable, par considérer à un point de vue commun en même temps que pratique la plupart des réformes mises en avant. Le projet du gouvernement avait perdu la plupart de ses adhérents, celui de la Commission parlementaire n'en avait point gagné : de tous les autres, celui du Syndicat des Forces motrices avait réuni le plus de suffrages. Aussi lorsque M. J. Neyret vint, de sa voix si autorisée et si sympathique, revendiquer la liberté pour l'industrie, sa parole

fut-elle à bien des reprises entrecoupée d'acclamations et d'applaudissements.

Voici les principaux considérants de ce discours.

L'orateur trouve que si les lois sont rigides, la jurisprudence qui les interprète et les applique est suffisamment souple pour évoluer au gré du progrès de l'industrie et des circonstances imprévues. Il estime que, dans tous les cas, il y a lieu de s'inspirer de la parole si sage prononcée par M. Hanotaux dans son discours d'ouverture : *Pas de législation précipitée*. Mais puisqu'on est réuni dans le but de jeter sur cette grave question le plus de lumière possible, il dira, lui aussi, son opinion.

C'est en 1898 que M. Jouart déposa sur le bureau de la Chambre des députés un projet de loi sur l'industrie des eaux. On le renvoya à la Commission parlementaire dont M. Guillain fut nommé rapporteur. Le nouveau projet qui y fut élaboré ne se trouva pas d'accord avec les idées du nouveau cabinet. Celui-ci ne prit pas la peine de consulter les intéressés, puis, sans faire cas des travaux de la Commission, déposa une proposition de loi draconienne, qui souleva dans le monde économique des protestations éloquentes.

M. Neyret rappelle comment de nombreuses Chambres de commerce et Sociétés techniques ont aussitôt demandé d'importantes modifications à cette élucubration hâtive. Il constate que MM. Guillain, Colson et Tavernier sont d'accord pour trouver que le projet de loi gouvernemental a besoin d'être remanié sur certains points, et il commence lui-même contre cette proposition antilibérale un réquisitoire indigné.

Le but du projet c'est l'expropriation, la nationalisation, la socialisation des biens des particuliers. La concession qu'on leur en fait pallie à peine la malhonnêteté du procédé : aléatoire, onéreuse et temporaire, elle enlève à tout jamais une jouissance sereine et sans appréhension du bien possédé. Elle ouvre la porte aux pires prétentions de la

part de l'ingérence administrative : « Vous détenez une parcelle du domaine public, exploitez-le de telle façon, avec telles méthodes, telle main-d'œuvre, telle somme de travail et de succès, n'en laissez pas perdre une parcelle, etc... »

Il est inexact et imprudent de dire que le régime de la concession temporaire sera justifié par l'affluence des demandeurs. Il y aura sans doute des dupes, mais on se ressaisira vite ; on sait trop combien peu nombreuses sont les entreprises qui donnent des dividendes immédiats : « il faut exposer des capitaux considérables dont la rémunération, dit M. Guillain, n'est rien moins que certaine ».

L'affluence des demandeurs n'est du reste qu'un trompe-l'œil, on trouve trop souvent des gens qui semblent ne demander qu'à être trompés ; on a vu à Paris une Compagnie de tramways accepter même une concession de seize ans.

Le projet ministériel déterminera en réalité l'éclosion de centaines de pisteurs, non pas de ceux qui, perspicaces initiateurs, viennent proposer des entreprises étudiées avec patience et talent, mais des intermédiaires sans conscience préoccupés avant tout de *faire une affaire* pour eux-mêmes et souverainement dédaigneux de la réussite pour autrui.

Au lieu de supprimer les barreurs de chutes, il créera une nouvelle catégorie de barreurs patentés qui, au moyen de trusts, deviendront, par substitution et sous le nom de Sociétés filiales, concessionnaires de vastes domaines et de chutes nombreuses et concentreront entre les mains de quelques gros capitalistes des forces réparties aujourd'hui entre de nombreuses mains.

Ce n'est pas de la légende, c'est de l'histoire, l'histoire bien connue de ce qui s'est passé pour les tramways. Et encore l'inconvénient n'est pas grand pour les voies de transport, mais il serait rédhibitoire pour l'industrie hydraulique : car ici il arriverait fatalement à supprimer la concurrence qui améliore les produits, abaisse les prix

de vente et laisse percer, au détriment des plus faibles, les individus *les meilleurs*.

Car l'État est profondément incapable de tirer, comme on le prétend, la quintessence des richesses hydrauliques, parce qu'il est absolument impropre à distinguer vraiment *les meilleurs*. Le meilleur pour lui, c'est le plus riche, ou le plus habile, ou le plus intrigant, c'est rarement *le plus industriel* C'est l'homme d'affaires qui épuise, avant de la laisser naître, l'industrie qu'il suscite, c'est l'homme politique dont la vie entière s'est écoulée loin du genre d'exploitation auquel on va le préposer.

En réalité le meilleur, c'est celui qui sait se relever quand il est tombé, ou réussir là où ses prédécesseurs ont échoué ; celui qui, après des améliorations renouvelées par les uns et par les autres arrive, lui, à créer, à organiser une industrie prospère, et cela par la lutte, par la concurrence, par le talent, seules forces qui mettent réellement en valeur les individus et par suite les entreprises.

S'il faut en croire les termes mêmes du projet de loi, la *nationalisation des chutes d'eau* est un véritable accaparement par l'État. « Le principe de la concession, dit M. Bougault, équivaut à la prise de possession par l'État de tous les cours d'eau. » M. Jouart le dit assez explicitement : « Les Suisses et les Italiens ont attribué à l'État la propriété de tous les cours d'eau. Faisons comme eux ».

Sans doute certains font entrevoir que l'État se contentera d'une concession perpétuelle ou quasi-perpétuelle, pourvu que le principe de la concession soit adopté ; mais c'est précisément le principe qu'il s'agit de repousser, ne le considérât-on même que dans les abus qu'il engendrera nécessairement ; car si l'on offre aujourd'hui une concession séculaire ou presque séculaire, qui empêchera l'État de manquer à sa parole ou de modifier ses tendances ? Et que l'on ne proteste pas. Nous avons vu que la première concession accordée, celle du Jonage se con-

fond presque avec la concession séculaire ; mais nous voici déjà reportés au demi-siècle avec la suivante, celle du Haut-Rhin, qui est de cinquante-cinq ans. Que sera la troisième, que seront les autres ?

Il y a plus : l'État ne se contente pas de nationaliser par avance les usines à créer : il veut, avec une apparence de libéralisme, mettre la main sur celles qui fonctionnent déjà. Sans doute il dit expressément le contraire ; mais il ajoute aussitôt que si l'on augmente même d'une unité les usines déjà en exploitation, elles tombent par le fait même dans le domaine public. Donc voilà un industriel qui a aménagé son usine pour une force de dix mille chevaux ; mais ses turbines et ses dynamos n'en débitent que cinq mille ; il compte, si l'avenir tient les promesses du passé, augmenter le rendement de son industrie et acheter de nouvelles unités : il a déjà beaucoup dépensé dans ce but. Et voilà que sans motif, sans tenir compte de ses droits, de son travail, l'État met la main sur son œuvre et le depossède parce qu'il aura fait produire un seul cheval de plus. Pareille prétention est injustifiable.

Et même si le propriétaire pour rester aujourd'hui maître et libre chez lui renonce à toutes augmentations de force, que lui arrivera-t-il demain ? Entré dans cette voie, l'État ne saurait reculer ou demeurer stationnaire. L'exemple des mines est là pour le prouver.

Venons-en maintenant à un autre aspect de la question. Qui dit concession dit matière à impôts. Ce sera l'*impôt en nature*, quantum de force ou d'eau utilisable ; or ce quantum restera inutilisé tant que l'État n'en aura pas spécifié l'emploi, et il ne sera pas facile de l'improviser. Et quel sera ce quantum ? Toujours ou presque toujours arbitraire. Les défenseurs du projet du gouvernement l'avouent et cette troublante perspective jette partout l'émotion.

Ce sera l'*impôt pécuniaire*, le projet le dit encore : « il n'y aurait rien d'excessif à exiger des concessionnaires une redevance en argent... » ; « mais il faut éviter de donner

à la réforme proposée un caractère fiscal ». Alors on trouve l'ingénieux moyen du *concours financier*, arbitraire, mal défini, sujet à exciter toutes les défiances.

Ce sera l'*impôt par redevances annuelles*, ainsi qu'il est déjà spécifié dans le cahier des charges du Haut-Rhône. Ici cette redevance doit être limitée entre cinq mille et cinquante mille francs. Mais qui fixera et sur quelles bases fixera-t-on le chiffre de ces annuités? On a oublié de le dire.

Ce sera l'*impôt sous forme de travaux divers à la charge des concessionnaires*. On demandera la réfection d'une route, la construction d'un pont, le redressement des berges, que sais-je encore! N'a-t-on pas forcé le Jonage à dépenser de nombreux millions pour construire un canal à sections et écluses énormes en vue du passage hypothétique des bateaux, alors qu'il n'y passera peut-être pas un bateau par an?

Ce rapide aperçu montre quelles stériles dépenses accumule le projet du gouvernement, quelles immobilisations de force il prépare : car les immobilisations inutiles ne sont pas les créations pratiques de forces hydrauliques dont l'industrie privée offre tant d'exemples; mais bien les travaux dispendieux, souvent injustifiés, qu'impose l'État.

On a beau dire que l'État se montre généreux en offrant de prendre dans ses mains paternelles le soin d'aménager les forces motrices à la décharge des industriels; les industriels refusent ces présents onéreux et estiment que leur liberté est de plus haut prix. Car enfin c'est la ruine en France de la liberté industrielle que la mise en garni de l'industrie.

La liberté commerciale sera-t-elle mieux sauvegardée? Les cahiers des charges la tueront. L'arrêt de la Cour de Lyon contre la Société fermière de Vichy le montre clairement, car : « Le principe de la liberté commerciale invoqué par elle (la Société) ne saurait prévaloir contre les conditions d'intérêt public qui dérivent des préliminaires et de la nature même de la concession ».

Il y a mieux encore : l'article 35 du cahier des charges du Jonage prévoit la revision décennale du prix de la chose vendue, prix qui pourra être abaissé d'office par décret, si des procédés nouveaux viennent à réduire le prix de revient. Qui ne voit la conséquence de ce désastreux marché ? Un industriel emploie son temps, son argent à améliorer ses produits. Il n'hésite devant aucune dépense dans l'espoir qu'en perfectionnant ses machines, il arrivera à diminuer ses frais (car, qui l'ignore? il faut souvent dépenser beaucoup pour arriver à produire bon marché). Et quand il a atteint son but, l'État arrive brusquement, le frustre du profit de son travail au bénéfice immédiat du consommateur. Est-ce raisonnable ? Quel encouragement pour l'industrie !

Est-ce tout ? Non, après un laps de temps relativement court, l'usine concédée devra revenir à l'État, avec les immeubles, les machines, les travaux de toute sorte dont le concessionnaire aura eu la charge et dont il aura bien rarement eu le temps de tirer profit. Mais, dira-t-on, à l'échéance, il aura un droit de préférence sur ses concurrents. Sans doute, à la condition de n'être victime ni du chantage, ni de l'imprudence de ceux qui croiront pouvoir acheter moins cher, ni des surenchères des syndicats ; et il en sera fatalement réduit à surenchérir lui-même, à payer plus cher ce qui est à lui.

Quant au rachat par l'État, après quinze ans d'exploitation, qui ne voit combien cette clause est préjudiciable? Qui fixera le prix de ce rachat ? Comment fera-t-on l'estimation ? Est-ce d'après les bénéfices ? mais une industrie peut mettre quinze ans à se créer, à se perfectionner sans que les rentrées répondent aux débours ou y répondent d'une façon suffisamment rémunératrice ; car, qui l'ignore? on travaille souvent pour l'avenir. Et c'est précisément sur cet avenir préparé au prix de quelles peines, de quelles dépenses, seuls peuvent le dire ceux qui l'ont expérimenté,

que l'État met brutalement la main en estimant lui-même à son gré ce que les intéressés, et pas d'autres, pourraient estimer justement. Et comment veut-on que l'absence de sécurité créée par ce régime permette à l'industrie de faire son chemin ? Le danger du rachat est immense, il n'a qu'un remède, celui de ne pas le créer. Et ce remède est une condition *sine qua non* du développement de l'industrie. Celle-ci est toujours étouffée par la crainte du lendemain. Et ici une question sollicite très sérieusement notre attention ; c'est la question des longs marchés. Les longs marchés sont le pain de l'industrie, on le comprend. Une consommation assurée encourage et favorise la production ; mais on ne peut faire des marchés à long terme là où l'avenir est des plus incertains.

M. Neyret ajoute que le concours financier pour des travaux d'utilité publique sera plus facilement obtenu si l'on a confiance dans l'industrie privée et si celle-ci a devant elle des débouchés assurés à long terme, que si elle se trouve dans l'état précaire dont on la menace.

Quand il s'est agi d'établir le chemin de fer de Vizille à Bourg-d'Oisans, l'État et le département durent accorder une garantie d'intérêt ; mais le Conseil général n'accorda son appui et sa part de garantie qu'en faisant supporter la moitié de cette charge à la Société des usines de Rioupeyroux. Celle-ci se prêta de bonne grâce à une hypothèque de cinquante ans sur ses immeubles et la vallée fut ouverte aux touristes et aux industriels, avec quel succès personne ne l'ignore.

Seule, la propriété privée est capable de donner le maximum de rendement : la liberté qu'on lui laisse est le criterium en même temps que la base de la richesse nationale.

Il est des cas où, lorsqu'il s'agit, par exemple, de grands travaux d'utilité publique, la concession offre des avantages ; mais l'État peut consentir des concessions perpé-

tuelles sur les cours d'eau navigables et flottables dont il est propriétaire ; mais il ne doit pas les grever d'un cahier des charges laissé à l'arbitraire du ministre. En matière minière, il est constant que plus la concession s'est rapprochée de la propriété, plus la mine a été prospère. Mais il faut bien se garder d'aliéner la propriété des cours d'eau non navigables ni flottables : il est au contraire indispensable de laisser à l'industrie privée plus féconde et plus créatrice le soin de les convertir en forces hydrauliques.

Et qu'on ne nous apporte pas l'exemple de la Suisse et de l'Italie. Les conditions et les intérêts de ces deux pays diffèrent des nôtres, on l'a déjà dit. Du reste, la Suisse recourt à l'industrie privée quand cela est nécessaire.

Les ingénieurs français n'ont-ils pas d'ailleurs montré, M. Tavernier le déclare lui-même, que, mieux que les Italiens et les Suisses, ils savaient tirer parti des forces irrégulières et intermittentes ; pourquoi ne tireraient-ils point un parti excellent des autres?

M. Neyret conclut : le projet de loi du 6 juillet 1900 est universellement réprouvé par l'opinion publique française : il lèse tous les intérêts à la fois sans profit véritable pour l'État lui-même. Ce sera un mauvais rêve et on l'oubliera. M. Guillain lui a porté des coups terribles : mais son projet à lui est-il acceptable ? Non, ce qu'il faut, c'est la liberté.

Ce discours est salué par les applaudissements unanimes de l'assemblée qui émet aussitôt le vœu suivant :

« Que les pouvoirs publics sauvegardent, en tout état de cause, la liberté industrielle et commerciale indispensable à l'exploitation complète et féconde de la houille blanche. »

XI. Conférence de M. Paul Bougault, avocat a la Cour d'appel de Lyon, sur le projet de loi relatif aux distributions d'énergie.

M. P. Bougault voudrait remédier à la précarité et

aux déficits de la législation actuellement en vigueur. Cette précarité provient de ce que l'entrepreneur qui doit faire passer ses fils ou placer ses poteaux sur la voie publique, ne reçoit de l'État ou de la commune qu'une autorisation essentiellement révocable. Aucun contrat ne lie l'autorité compétente, et l'industriel se trouve exposé aux inconvénients qui résultent de cette situation fausse.

Bien plus, il ne peut poser ses fils sur le fonds ou les immeubles d'autrui sans avoir obtenu du propriétaire l'autorisation, autorisation qu'il se voit souvent refuser même après offre sérieuse d'indemnité.

M. Bougault demande qu'une concession puisse être accordée par la *commune* ou l'État suivant les cas, sans que toutefois cette concession soit obligatoire. Mais le concessionnaire ne doit pas être grevé de droits trop lourds : aussi le projet de loi doit-il déclarer qu'aucune charge pécuniaire ne doit lui être imposée en dehors du prix de l'occupation dû à l'État ou aux communes pour les travaux fixés sur leur sol, ni le forcer à leur donner d'autres avantages que les prix réduits d'abonnement qui seraient accordés aux services publics.

Les dispositions que nous venons de résumer permettent légitimement à l'État et aux communes de percevoir une redevance lorsqu'ils donnent à un particulier des avantages résultant de l'occupation de leur fonds. Par contre, il fait céder l'intérêt privé toutes les fois que le demande l'intérêt de tous, moyennant une indemnité raisonnable.

Tels sont les principaux documents communiqués à la section économique. Ces conférences seront publiées *in extenso* dans les comptes rendus du Congrès.

Nous résumerons dans un prochain article ce qui a trait à la partie proprement technique et industrielle.

ÉDOUARD CAPELLE.

VERS LE POLE SUD

IMPRESSIONS ÉPROUVÉES A BORD DE LA " BELGICA " (1)

CHAPITRE XIV

La mort de Wiencke

Enfin, nous voguons vers l'Océan Glacial Antarctique.

Après l'expulsion d'un certain nombre de nos marins à Punta-Arenas, le manque de personnel avait astreint de Gerlache à modifier notre plan de campagne et à tracer l'itinéraire suivant :

Faire route vers les Shetland du sud, en suivant à peu près le méridien de St-Jean, traverser le détroit de Bransfield et explorer le golfe de Hughes. Là, rechercher notamment si un chenal ne conduit pas du sud de ce golfe à la côte orientale de la Terre de Graham — soit directement, soit par l'intermédiaire du détroit de Bismarck (2). Dans cette éventualité, faire une reconnaissans dans la mer de Georges IV (3). Aller passer l'hiver au sud de l'Amérique afin d'y compléter nos approvisionnements ainsi que notre personnel, et y embarquer notre

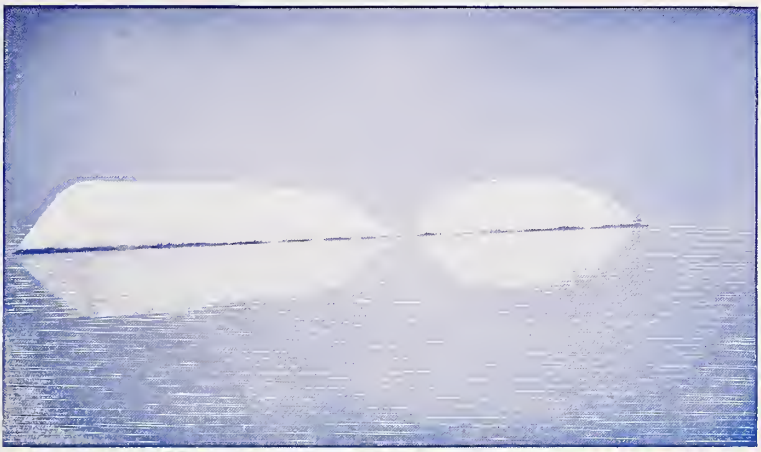
(1) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, juillet 1902, p. 173 et octobre 1902, p. 492.

(2) Ce détroit, d'après Dalleman, serait orienté de l'est vers l'ouest et découperait le nord de la Terre de Graham ; son entrée occidentale se trouverait par environ 65° 10' de latitude australe.

(3) En 1823, Weddell trouva cette mer libre de glace jusqu'au delà du parallèle 74° 25'.

L'ÎLE AUGUSTE

Photographie du docteur Cook



LES ÎLES MOUREAUX

Photographie du docteur Cook

[illegible]

nègre. L'année suivante, retourner dans la mer de Georges IV, si notre campagne de reconnaissance nous y engageait et, dans le cas contraire, longer la banquise, vers l'est ou vers l'ouest, en prenant la mer de Ross pour base de nos opérations.

La campagne serait alors poursuivre ainsi que nous l'avions prévu tout d'abord :

De Gerlache, Amundsen, Danco et Arctowski ou Racovitza hiverneraient à la Terre Victoria. Je prendrais alors le commandement de la *Belgica*, que je conduirais à Melbourne pour être ravitaillée, puis j'emploierais la mauvaise saison à faire, dans le Pacifique, une campagne dont de Gerlache me laissait la liberté de tracer l'itinéraire. L'été suivant, la *Belgica* irait reprendre les explorateurs à la Terre Victoria ; nous continuerions avec eux les études commencées, et, à l'approche de l'hiver, nous rentrerions en Europe.

La durée du voyage serait ainsi portée à trois ans au lieu de deux.

Nous n'étions pas très éloignés de la Terre des États, le 14 janvier, à midi, lorsque nous fîmes le premier sondage à l'aide de la machine Le Blanc.

Naturellement, les choses ne marchèrent pas, d'abord, sans un certain tâtonnement, car l'installation de tous les accessoires de cet engin avait été faite hâtivement et un peu au hasard dans l'Océan Atlantique.

Tandis que le Commandant dirigeait avec beaucoup d'adresse la marche du bâtiment et celle de la machine à sonder, Arctowski, installé sur une étroite passerelle accrochée aux flancs du navire, s'occupait de la sonde proprement dite et je déterminais moi-même les coordonnées géographiques du sondage.

La brise était fraîche et la mer fortement ondulée sous l'effet d'une grosse houle. Le navire roulait, à peu près, sur place.

ENSEMBLE DE LA RÉGION VISITÉE PAR LA « BELGICA »

Croquis de M. Arctowski

La profondeur trouvée fut de 296 mètres, et, à cinq heures du soir, lorsque nous fîmes le deuxième sondage, de 1560 mètres.

Du 15 au 20 janvier, nous suivîmes la même route vers le sud. Tous les jours, nous nous arrêtions pendant quelque temps pour sonder, pour mesurer les températures sous-marines et prendre des échantillons d'eau à diverses profondeurs, à l'aide des bouteilles de Sygsbee ou de Buchanan.

Le 15 janvier, la sonde donna 4040 mètres ; le 16, 3850. La température relevée à cette dernière profondeur était de + 1°,2 C. Le 17 janvier, la mer fut tellement agitée qu'il ne pût être question de sonder. Nous en fûmes d'autant plus au regret que nous étions arrivés à un point important, placé à mi-chemin entre la Terre des États et les îles Shetland.

Le 18 et le 19, grandes difficultés encore pour les sondages. De Gerlache relève successivement 3800 et 3690 mètres, profondeur accusant, nous dit Arctowski, thermomètre en main, une température, de fond, de + 0°,6 C.

Le 20, le sondage ne put s'effectuer que grâce au filage de l'huile sur les flancs du navire contre lesquels la mer brisait avec fureur. Les amplitudes du roulis étaient considérables. Tout à coup le dynamomètre (1) supportant la

(1) Lorsqu'on sonde à de grandes profondeurs, il n'est pas toujours facile de se rendre compte du moment précis où la sonde touche le fond. S'il y a erreur, la cordelette continue à se dérouler entraînée par le courant ou par son propre poids. Pour saisir le juste moment on opère comme suit : on fait passer, en dernier lieu, la cordelette sur une poulie suspendue à un dynamomètre, et, à mesure qu'on en file, l'aiguille du dynamomètre indique une marche ascendante. Lorsque la sonde — qui est très lourde — touche le fond, l'aiguille indique brusquement un écart, en sens inverse Dans la pratique, les choses ne peuvent pas toujours se passer aussi régulièrement. Sous l'effet du roulis ou du tangage, la cordelette subit des chocs qui, se transmettant au dynamomètre, réagissent parfois sur la marche indiquée plus haut. Par grosse mer, nous avons eu des écarts fréquents de 75 kilogrammes. Le sondage du 20 janvier indique que l'écart peut même atteindre 100 kilogrammes.

poulie extérieure dans laquelle passait la ligne de sonde, fit un écart indiquant une diminution de force de cent kilogrammes. Les opérateurs, s'imaginant que le sondage était terminé, relevèrent la sonde : ils avaient filé 1290 mètres de cordelette ! De Gerlache, d'accord avec Arctowski, fit immédiatement recommencer le travail, et, cette fois, nos camarades trouvèrent 2900 mètres.

L'après-midi, nouveau sondage de 1880 mètres. Comme nous relevions la ligne, le fil se rompit et nous en perdîmes 1400 mètres.

De l'endroit où s'effectuait l'opération, nous pouvions distinguer, au loin, une terre dans un secteur compris entre le sud-sud-ouest et le sud-sud-est. A bâbord, nous avions l'île Livingstone, et, à tribord, l'île Smith, sous la forme d'un immense prisme de glace.

Les Shetland du sud sont comprises entre les parallèles 61° et 63°, et entre 53° et 63° de longitude ouest de Greenwich. Elles sont très nombreuses et l'accès vers le nord en est défendu par de nombreux récifs. Les Shetland sont presque toujours couvertes d'une épaisse couche de glace. Elles présentent déjà les caractères des terres plus rapprochées du pôle, dont nous parlerons plus loin.

La plus curieuse de ces îles, l'île Déception, a une forme presque circulaire. La mer y découpe le port Forster qui passe pour le meilleur de tout cet Archipel.

Au sud le détroit de Bransfield sépare les îles Shetland de la Terre de Joinville, de la Terre Louis-Philippe, de la Terre de la Trinité, de la Terre de Danco et de l'île Liége. Ce vaste détroit est formé par une partie de mer mauvaise à la navigation et où les vents soufflent constamment en tempête. D'une année à l'autre l'aspect en est varié : parfois, pendant l'été austral, il est encombré de glaces défendant la route vers les terres du sud ; d'autres fois, les icebergs y sont en nombre considérable mais n'entravent en rien la navigation lorsque le *temps clair* permet de les éviter.

LE CAP NEYT, LE MONT ALLO ET LE MONT PIERRE

Photographie du docteur Cook

ÎLE BRABANT. — LES MONTS SOLVAY ET LE CAP D'URSEL

Photographie du docteur Cook

LES FALAISES DE L'ÎLE DE CAVELIER DE CUVERVILLE

Photographie de M. Lecointe

LES FALAISES DE L'ÎLE DE CAVELIER DE CUVERVILLE

Photographie de M. Lecointe

A propos des Shetland du sud, il me revient une histoire qu'on racontait tout bas, en 1897.

Il y avait une fois un État de l'Amérique méridionale qui, animé du violent désir de prendre possession des Shetland du sud, îles qui aujourd'hui encore n'appartiennent à personne. Le gouvernement de cet État savait que la chasse aux cétacés pouvait devenir très fructueuse dans ces îles où le phoque à fourrure semblait revenir. Mais comment faire ?

Le gouvernement lança d'abord un ballon d'essai : beaucoup de navires au sud du cap Horn étant entraînés vers les Shetland par d'épouvantables tempêtes, n'accomplirait-on pas un acte de charité en établissant un poste de secours dans ces tristes régions ? Personne ne fut la dupe de ces bons sentiments et un coup de fusil, tiré en l'air, par une marine du nord-ouest de l'Europe troua la nacelle, mais ne creva pas le ballon qui continue à planer.

Alors le gouvernement sud-américain eut une autre idée. Puisque la *charité* n'avait pas eu d'adeptes, si l'on essayait de la *science* ?

On s'informa discrètement en Norvège du prix d'un baleinier qu'on équiperait en vue d'une exploration scientifique et dont le capitaine recevrait une mission spéciale.

Mais la puissance maritime du nord-ouest de l'Europe (qui ne prend pas les Shetland, mais ne veut les voir à personne) eut vent de ce projet et elle prescrivit à une de ses divisions navales (1) de se porter vers le sud dès que le navire explorateur commencerait ses investigations.

Sur ces entrefaites, le gouvernement américain eut des difficultés avec ses voisins. Il cessa alors des préparatifs d'autant plus inopportuns que l'appui de la puissance maritime du nord-ouest de l'Europe lui devenait indispensable.

(1) Qui se trouvait, à ce moment, non loin de là, aux îles Falkland.

Il est bien entendu que tout cela appartient à la légende ! Je ne parle de ces bruits que pour montrer l'intérêt que certains États attachent à la possession des Shetland (1).

Pendant la nuit du 20 au 21 janvier, une brume épaisse couvrit la mer. Le navire continua néanmoins, à demi-vapeur, sa route vers le sud. A minuit, nous doublâmes un petit iceberg, le premier que nous eussions rencontré.

Dès 5 heures du matin, le 21, comme nous stoppons pour remettre une bague à l'un des tubes du condenseur, le mécanicien laisse tomber la pression, et nous entendons un murmure lointain provenant de la collision des glaces.

A 7 heures, la brume devient de plus en plus intense. Malheureusement, la pression est toujours faible dans la machine; s'il fallait manœuvrer hardiment, la situation serait difficile.

A 8 heures 1/2, je suis de quart sur la passerelle, lorsque je vois, droit devant moi, un fragment d'iceberg. Comme il est assez volumineux et que la mer semble nous porter de ce côté, je fais augmenter la vitesse de la machine, afin de sentir moins vivement l'effet du courant.

Je parviens à éviter le glaçon mais, en passant tout près de lui, le navire subit un choc qui me paraît insignifiant et que j'attribue au fait que nous avons probablement « donné » sur la partie immergée de ce fragment d'iceberg. Il n'en est pas ainsi, car l'État-Major, qui se trouve au carré, a ressenti vivement la commotion, et en un instant tout le monde est sur le pont.

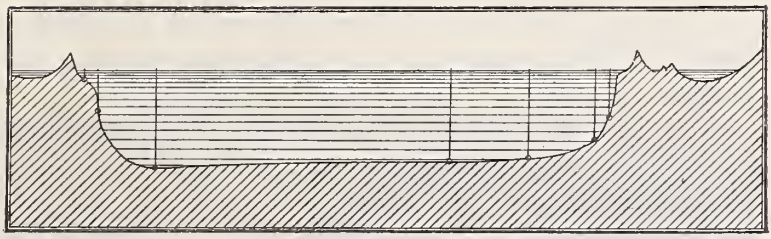
Presqu'aussitôt nous apercevons, à quelques mètres de notre étrave, une longue ligne de récifs. Le Commandant télégraphie à la machine de marcher en arrière tandis que, juché à l'extrémité du beaupré, j'essaie de percer la brume et de signaler à de Gerlache ce qui se passe sur notre avant.

(1) La Reine d'Angleterre avait été choisie comme arbitre dans le conflit survenu entre l'Argentine et le Chili.

La machine s'est arrêtée, mais, la pression étant trop faible, elle ne veut pas marcher en sens inverse. La *Belgica* continue donc son chemin jusqu'au moment où, perdant heureusement son erre, elle va donner doucement sur des récifs. Le choc la rejette de quelques mètres en arrière, où elle touche encore un autre banc de roche.

Alors les feux sont poussés le plus activement possible, afin de fuir ces dangereux parages. Dix minutes plus tard, le navire voguait vers le nord-ouest. Les récifs que nous avions abordés sont ceux qui défendent, au nord-ouest, l'accès de l'île Livingstone (près de l'île Rugged).

Cet incident, qui fut sans conséquence matérielle, nous avait permis de faire un sondage de plus... avec la quille, comme disait l'amiral Mouchez !...



Terre des États *Shetland du sud*

Fig. 1. Profil bathymétrique, d'après M. Arctowski

L'ensemble de tous nos sondages effectués entre la Terre des États et l'île Rugged permet de déduire certaines notions de géographie physique, présentées par M. Arctowski, dans une conférence donnée, le 20 décembre 1899, à la Société royale belge de Géographie (1) ainsi que dans une note préliminaire présentée par MM. Renard et Arctowski à l'Académie royale de Belgique (2). Le profil bathymétrique (fig. 1), joignant l'Amérique aux

(1) *Géographie physique de la Région Antarctique visitée par l'expédition de la* Belgica. — Tome XXIV du BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE BELGE DE GÉOGRAPHIE, 1900, n° 1.

(2) *Notice préliminaire sur les sédiments marins recueillis par*

Shetland du sud, présente une cuvette à fond plat qui se relève doucement vers les îles Shetland. Devant chacune de ces îles, le plateau continental forme une bordure étroite au delà de laquelle les pentes deviennent très abruptes.

L'analyse des températures de l'eau de mer établit : 1° qu'étant donnée une même profondeur, la chaleur s'abaisse à mesure que l'on approche des îles Shetland ; 2° qu'une couche d'eau glacée circule entre deux couches d'eau moins froides et augmente d'épaisseur à mesure aussi qu'on approche des Shetland.

Après avoir couru quelques milles au nord-ouest, la *Belgica* reprit sa route vers le sud-ouest.

A midi 45, nous laissons, par bâbord, une roche élevée, de forme prismatique et de grande dimension. A l'entour, des roches plus petites dont quelques-unes couvertes de neige.

Nous reconnaissons la roche Castel et, quelques minutes après, nous voyons, du même côté, l'île Snow recouverte d'une épaisse couche de neige.

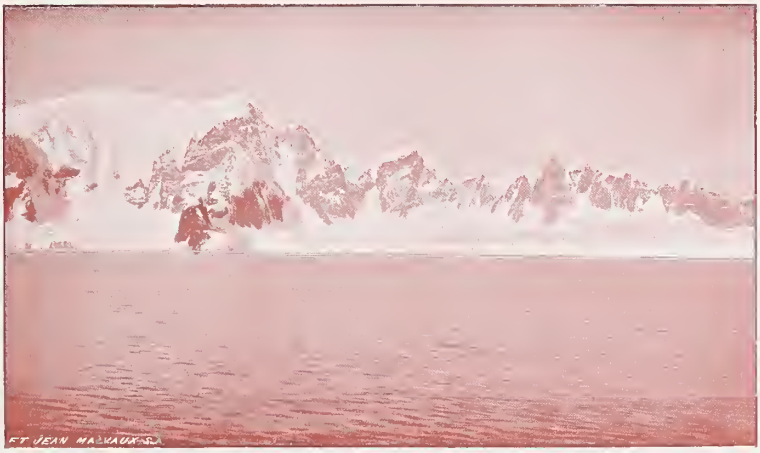
Dès 1 heure 45, la brume s'épaissit, nous n'apercevons plus que quelques manchots perchés sur des glaçons tandis que d'autres s'ébattent dans l'eau.

Nous naviguons ainsi à demi-vapeur, faisant route vers le sud-ouest jusqu'au lendemain matin.

Le 22, pendant une courte éclaircie, nous vîmes, tout à coup, la terre droit devant nous.

Il était 4 heures du matin environ. A quoi bon avancer ainsi, les yeux bandés par le brouillard, d'autant plus que voici le vent qui se lève, agace la mer, la rend houleuse, méchante au point que nous devons filer de l'huile. Le navire courrait des risques s'il était maintenu près de la terre. Il est donc mis à la cape, et, tout en

l'expédition de la Belgica. — Tome LVI des MÉMOIRES COURONNÉS, ET AUTRES MÉMOIRES publiés par l'Académie royale de Belgique, 1901.



GLACIER PLAT SUR LA CÔTE DE LA TERRE DE DANCO

Photographie du docteur Cook

CAP VAN BENEDEN

Photographie du docteur Cook

[illegible]

dérivant, sous ses voiles auriques, il se dirige lentement vers le nord-ouest.

L'après-midi, la mer devint plus forte encore, et, comme une assez grande quantité de charbon, qui n'avait pu trouver place dans la cale, était sur le pont, le combustible roulait d'un bord à l'autre, en entraînant tout ce qu'il rencontrait sur son passage. Le bruit en était assourdissant.

Nos hommes se mirent alors à descendre le plus de charbon possible. Pendant ce travail, quelques dalots furent obstrués, de sorte que l'eau, déversée sans cesse par les lames sur le pont, ne trouvait plus d'issue pour s'écouler. Ordre fut donné à l'équipage de se montrer très prudent, et le matelot Wiencke reçut une observation de l'officier de quart parce que, pour déboucher un dalot, il se tenait trop près du bastingage.

Amundsen était de quart sur la passerelle ; Cook auprès de lui. Tout à coup, un cri déchirant domine le vacarme ! J'étais dans ma chambre ; je me précipite sur le pont, où j'arrive en même temps que le Commandant : Wiencke est à la mer !..... Malgré la défense qui lui en avait était faite, il s'était suspendu en dehors du bastingage ; une lame, passant sur le pont, l'avait brusquement entraîné.

Comme le navire dérivait fortement, Wiencke, en un instant, se trouva à l'arrière (1). La ligne du loch passant près de lui, il la saisit, avec une réelle présence d'esprit, et l'enroula autour de son bras. Mais le navire continuant sa route, la corde était tirée violemment, et le naufragé fut bientôt à l'extrémité de la ligne.

Pendant que le Commandant prenait personnellement la direction de la manœuvre, Amundsen examinait la possibilité de mettre un canot à la mer, et Cook, qui avait

(1) Wiencke, qui n'offrait pas de prise au vent, dérivait moins vite que le navire.

saisi la ligne du loch, la tirait lentement à lui, afin de rapprocher Wiencke du bateau. Le malheureux, bien que maintenu à la surface, ne bougeait plus. Était-il paralysé par le froid ou bien à moitié asphyxié par la quantité d'eau de mer qu'il avait dû absorber ?

Cependant, l'ouragan faisait rage secouant le navire jusque dans ses entrailles. Mettre un canot à la mer eût été folie, crime même : nous n'avions pas le droit d'exposer la vie de quatre ou cinq hommes pour risquer un sauvetage si peu certain.

Il n'y avait pas à hésiter ; il appartenait à l'État-Major de donner le bon exemple : je m'attachai une corde autour des reins ; puis, avec la permission du Commandant, qui, un moment, sembla indécis, je sautai à la mer.

Comme j'étais habillé, mes mouvements s'en ressentaient ; de plus, l'eau glacée (1) me paralysait. De lourdes lames m'élevaient pour me plonger ensuite dans un abîme sans fond.

Wiencke étant tout contre le navire, je n'eus pas de peine à le saisir et à l'enlacer ; puis, le cœur gonflé d'espérance, je criai qu'on nous hissât à bord.

Les matelots hâlèrent sur le filin qui se raidit tout à coup sous leur effort et sous l'effet d'un violent coup de tangage.

Je fus brusquement arraché hors de l'eau et à peu près suspendu dans le vide. J'éprouvai une secousse d'autant plus violente que Wiencke était un grand et robuste garçon et que son poids était encore doublé par l'eau dont ses vêtements étaient imbibés. L'arrière du navire retomba dans la mer, la corde se détendit et me replongea dans la lame. Wiencke était inerte, il avait les yeux grands ouverts, regardant dans le vague. Il maintenait la bouche fermée et chassait avec force par le nez l'air qu'il respirait.

Deux ou trois fois la corde se raidit m'imprimant les

(1) L'eau de mer ne se congèle que par 2°,5 environ sous zéro.

mêmes secousses ; je serrais Wiencke dans mes bras, mais mes forces me trahirent, et je dus abandonner le malheureux.

Pendant un instant qui me parut un siècle je restai, douloureuse épave, suspendu au filin. Arctowski seul en avait la charge ; il l'avait enroulé au garde-corps de l'arrière et faisait des efforts surhumains pour résister à la traction qui l'entraînait vers la mer.

Durant ce temps des matelots, accrochés aux bastingages et soutenus par tous ceux qui étaient sur le pont, s'épuisaient à tâcher encore de saisir le malheureux Wiencke. Celui-ci, toujours retenu par le loch, dérivait sur le flanc du navire.

Enfin trois hommes revinrent à l'arrière et me hissèrent sur le pont.

Alors, je vis le naufragé, abandonné par la ligne, s'écarter lentement du bord, flotter au gré des lames, puis descendre peu à peu dans l'eau bleue, où son surcot jaune clair jetait une tache pâle... Wiencke disparut...

Mais il faut à présent s'éveiller du cauchemar pour se préoccuper de la vie de tous : l'ouragan est déchaîné, la mer est démontée, elle menace de nous engloutir.

Nous sommes obligés de fuir devant la tempête et d'aller demander un abri à l'île Low que nous venons d'apercevoir au noroît.

Quelle triste, triste nuit ! A bord règne une véritable consternation. Un mort déjà, tout au début de notre campagne ! Combien de victimes l'Expédition fera-t-elle ? En est-il un seul d'entre nous qui reverra le pays ? A qui le tour maintenant ?

Et durant le quart interminable que je passe sur le pont, en cette nuit de malheur, toujours je revois Wiencke, les yeux grands ouverts, sans vie, emporté à jamais par les flots !

Chapitre XV

Nos premiers débarquements dans l'Antarctique

Le dimanche, 23 janvier, dès les premières heures du jour, le ciel se découvrit lentement et la tempête se calma. Vers 9 heures, il nous fut même possible d'observer le soleil et de déterminer une droite de hauteur passant par notre position.

La *Belgica* endeuillée naviguait, vers le sud, glissant, voiles déployées, sur une mer bleue, parsemée de superbes icebergs (1). Le drapeau belge flottait à la corne d'artimon, le pavillon norvégien au grand mât, tous les deux en berne. Et chaque fois que nos regards rencontraient ces signes de deuil, nos cœurs se serraient en pensant au pauvre Wiencke.

A 5 heures de l'après-midi, nous aperçûmes un point noir, au loin, vers le sud : la Terre de Graham.

En un instant, nous sommes tous sur le pont où les suppositions se croisent et s'entrecroisent. Comme un petit nuage noir plane au-dessus d'un sommet neigeux, il n'en faut pas davantage pour que l'un d'entre nous soit convaincu qu'il distingue un volcan... en activité ! Incontinent, un autre en voit un deuxième, puis un troisième ! ô puissance de l'imagination !...

Pourquoi pas, après tout ? N'a-t-on pas découvert, non loin de là, à l'île Déception, des volcans en activité ?

En réalité, pas le plus petit volcan. Nous en acquérons la certitude à mesure que nous approchons de la côte. Au reste, la vue est forcément bornée par la brume : quelques sommets émergent seuls çà et là.

Vers 7 heures du soir, après avoir doublé le cap Neyt (2),

(1) Les icebergs sont des glaces flottantes que nous décrirons plus loin, et dont nous expliquerons la formation.

(2) Les parties de terre et de mer, découvertes par l'Expédition, ne furent

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE. — DÉTROIT DE GERLACHE.

Levé rapide exécuté par MM. de Gerlache et Lecointe et dressé par G. Lecointe, commandant en second de l'Expédition.

	Route du navire
5e D	*Cinquième débarquement.*
625m	*Sondage de 625 mètres.*
▲	*Iceberg.*
x	*Récif.*

AMERICAN MUSEUM
CENTRAL PARK,
NEW YORK.
OF NATURAL HISTORY.

nous faisons route vers le sud-est, laissant, par bâbord, deux sombres groupes d'îlots : les Christiania.

A 9 heures, nous sommes à proximité de l'île Auguste, où nous opérons notre premier débarquement en « Terres Antarctiques ».

MM. de Gerlache, Arctowski, Cook, Danco et Racovitza se rendent à terre, en canot.

A 10 heures et demie, tout notre monde revient à bord. J'apprends que le débarquement dans l'île ne s'est pas opéré sans difficulté, à cause de la levée de la mer. Arctowski rapporte des échantillons de roche, tandis que Danco recueille avec une sollicitude vraiment maternelle deux jeunes manchots vivants.

Comme nous reprenons, à petite vapeur, la route du sud, nous croyons distinguer une ouverture dans les terres : un détroit probablement ? La brume de plus en plus opaque nous dérobe bientôt la côte tout entière. La machine est stoppée et nous cherchons à demeurer sur place.

Le 24 janvier, vers 1 heure du matin, l'officier de quart constate que le navire est si près de la terre qu'il faut virer de bord et gagner le nord-est, afin de n'être pas drossé à la côte.

La nuit et une partie de la matinée s'achèvent de cette manière, jusqu'à ce que nous atteignions l'île Moréno, où le personnel scientifique opère le second débarquement. Là, nos camarades trouvent des phoques au repos qui, à leur approche, entr'ouvrent paresseusement leur lourde paupière, la referment sans s'inquiéter d'eux et puis des manchots s'indignant de cette visite inopportune.

A 10 heures 1/2, les explorateurs sont de retour, et nous cherchons à estimer la position du navire. Évidem-

baptisées que plus tard, dans la banquise. Nous les désignons, d'ores et déjà, par leurs noms, afin que le lecteur puisse suivre plus facilement sur la carte.

ment, nous sommes dans le golfe de Hughes, mais impossible de constater autre chose : le navire a dérivé sous l'influence du vent et du courant, et le brouillard nous enlève toute espèce de points de répère.

Où retrouver l'île Auguste ? Au nord ? au sud ? à l'ouest ?

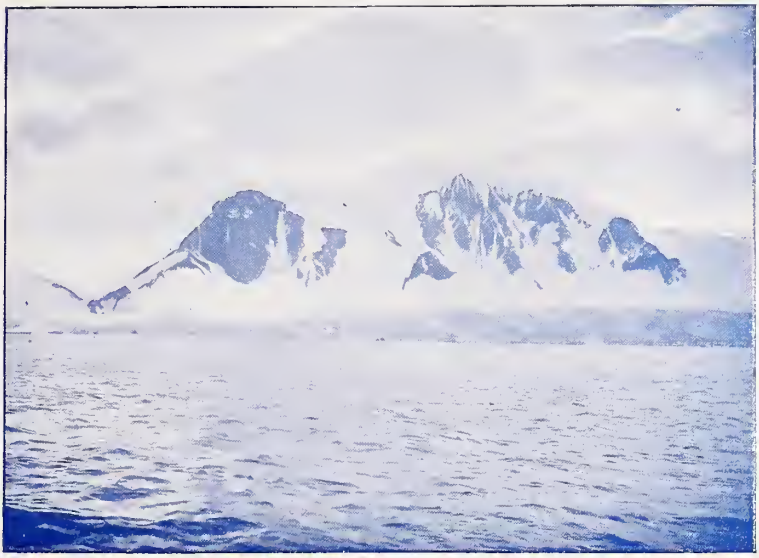
Nous poursuivons notre route vers le sud-est et arrivons à une masse rocheuse, sans neige, que nous prenons pour un cap.

Tout à coup, le soleil perce les nuages. Il est midi. Vite, mesurons la hauteur de culmination de l'astre et déduisons-en notre latitude. Ce n'est pas très important comme renseignement, mais cette donnée nous permet de fixer, approximativement, notre position et celle de la masse rocheuse. Un peu plus tard, nous constatons que cette masse est une île de forme ovale, où pointent deux sommets en oreilles d'âne, et séparée du cap von Sterneck par un étroit chenal. Puis, à la faveur d'une nouvelle et fugitive éclaircie, nous découvrons à notre avant la trouée entrevue la nuit précédente. Nous nous y engageons, pensant traverser un détroit. Nullement. Après une heure de route, nous nous trouvons au fond d'une baie : la baie de Brialmont.

Nous virons de bord, longeant la côte de très près afin que, malgré la brume épaisse, nous ne puissions passer à côté d'un chenal sans l'apercevoir. Nous relevons ainsi, par l'estime, toute la partie de la côte comprise entre le cap Spring et le cap Murray.

A 5 heures du soir, lorsque nous doublons ce dernier cap, nous apercevons deux canaux importants : l'un, dirigé vers le suroît, part du cap même ; l'autre, orienté suivant le noroît, commence à l'île Harry et découpe en île la côte nord-ouest du détroit de Gerlache.

Le cap est mis sur le passage du noroît et nous en approchons, vers 10 heures du soir. De la position que nous occupons alors, les différentes terres forment au loin



ÎLE ANVERS. — CHENAL DE NEUMAYER

Photographie du docteur Cook

LE MONT WILLIAM ET LES ENVIRONS DU CAP ALBERT LANCASTER

Photographie du docteur Cook

une singulière perspective : l'île des Deux Hummocks paraît appartenir au cap von Sterneck, tandis que le cap Kaiser (situé au sud) semble prolonger les îles Nansen et Pelseneer, qui se projettent au loin sur la Terre de Danco. C'est comme si nous nous trouvions au centre d'un vaste golfe dont l'entrée correspond au passage nord-ouest.

Comme depuis notre départ de l'île Low, nous n'avions pu prendre qu'une seule droite de hauteur (près du cap von Sterneck) et que la brume nous avait empêchés de reconnaître l'emplacement de nos derniers débarquements, nous étions très incertains sur la position que nous occupions. D'un autre côté, l'importance des terres que nous côtoyions ne nous avait pas échappé.

Ces circonstances nous engagèrent donc à ne pas quitter cette région sans en avoir fait un lever, lever rapide, car la saison avancée nous pourchassait, mais lever suffisant pour les besoins de la navigation très restreinte dans ces parages. Il fut donc décidé que nous passerions la nuit près de l'île Harry, et que, dès le lendemain, nous commencerions nos travaux d'hydrographie.

Ce soir-là, vers 11 heures, au moment où Arctowski et Racovitza effectuaient un troisième débarquement sur les roches situées au nord-ouest de l'île Harry, leur canot rencontra une masse brune flottante assez étrange d'apparence, et qu'après minutieux examen on reconnut être une agglomération de glace, d'argile et de débris de roche.

Sans vouloir détailler nos travaux du lever, il convient de faire connaître les principes généraux qui nous servirent de base, car ils donnent la clef des nombreux circuits de notre route dans le nouveau détroit.

Il était tout d'abord nécessaire de fixer le choix des points importants à utiliser comme repères. La reconnaissance rapide, faite les deux jours précédents, ne nous avait laissé que des idées vagues sur ces îles et ces terres, dont l'aspect varie à l'infini non seulement d'après le

lieu de l'observation, mais encore d'après les phénomènes si changeants de la météorologie australe.

L'île Harry, à proximité de laquelle nous nous trouvions, le 25 janvier au matin, fut d'abord fixée sur la carte. Vinrent ensuite le cap Neyt, qui marque l'entrée nord de la baie de Hughes, et l'île Auguste, dont la position centrale est avantageuse pour effectuer un tour d'horizon au théodolite.

Le 27 janvier, vers 9 heures du matin, nous apercevons tout à coup un mât qui flotte sur la mer. Nous nous en approchons en canot et constatons, avec étonnement, que c'est un mât tout neuf, un mât de perroquet ayant appartenu à un navire portant des vergues de cacatois ; aucune marque distinctive ne nous permet d'en déduire l'origine. D'où vient cette épave ? D'un sinistre maritime ? Mystère qui nous laisse, un instant, tout rêveurs. Sera-ce aussi le sort de la *Belgica* de périr corps et biens en ne laissant d'autres vestiges qu'un tronçon de vergue ou de mât ?...

Ce jour-là, vers 8 heures du soir, le navire dut stopper pour permettre au mécanicien de réparer une avarie survenue au condenseur.

Ce fut une soirée délicieuse.

Le ciel d'un bleu indéfinissable était parsemé de nuages dorés. Le soleil disparaissait à l'ouest, masqué par les hauteurs de l'île Brabant, dont une des chaînes de montagnes se colorait en gris cendré, tandis que l'autre, formée de sommets plus accidentés, passait par toutes les nuances du rose et du rouge. Les icebergs, de formes variées, jetaient sur la mer sombre une note éblouissante ; ils glissaient sans bruit, pareils à de féeriques apparitions. Et le silence n'était troublé, de temps à autre, que par le craquement sourd de la glace qui se rompait, ou par le souffle puissant des baleinoptères qui venaient respirer à la surface de l'eau.

A minuit, le paysage enchanteur s'était évanoui, voilé, peu à peu, par un brouillard intense.

Le 28 janvier, la matinée entière fut consacrée au sondage, le seul que nous ayons pu exécuter dans le détroit, ainsi qu'à des mesures de températures sous-marines à diverses profondeurs.

Pendant que nous étions ainsi occupés, des mégaptères évoluaient tout contre la *Belgica*. Il nous eût été facile de les capturer, mais notre équipage était trop peu nombreux, et de plus nos petits canons se trouvaient remisés à fond de cale.

Heureusement que nos appareils photographiques fonctionnaient à souhait. Racovitza recueillit toute une série de photographies et d'observations très intéressantes. C'est alors qu'il eut occasion de constater l'odeur nauséabonde qu'exhale le souffle d'une baleine. Penché sur le bastingage, notre ami les examinait, sans doute, d'une façon trop familière, car elles le forcèrent à fuir par la perfidie de leur haleine !

C'est aussi ce même jour que Racovitza m'expliqua que les protubérances étranges qui parsèment le dos des cétacés sont des animaux parasites se nourrissant au détriment de celui qui les porte.

Lorsque le sondage fut terminé, nous fîmes route vers l'îlot Gaston, où s'effectua notre huitième débarquement ; mais la brume interrompit notre travail et nous força de regagner le milieu du détroit.

La nuit du 28 au 29 janvier, nous fûmes en panne. Un seul officier pourtant resta sur le pont, tenant le gouvernail et commandant à la machine, afin que tout l'équipage pût se reposer. La brise et le brouillard n'étaient guère rassurants, et il fallait l'optimisme de de Gerlache pour donner de semblables ordres !

Tout se passa bien ; l'officier de quart n'eut pas le loisir de s'ennuyer : le service l'absorbait et un grand nombre de baleines venaient lui faire visite.

Pendant mon quart, un orque passa, avec une grande rapidité, à une très courte distance de la *Belgica* (1).

Le 29 janvier, vers 2 heures du soir, nous étions à proximité du cap Anna, où nous effectuions un nouveau débarquement.

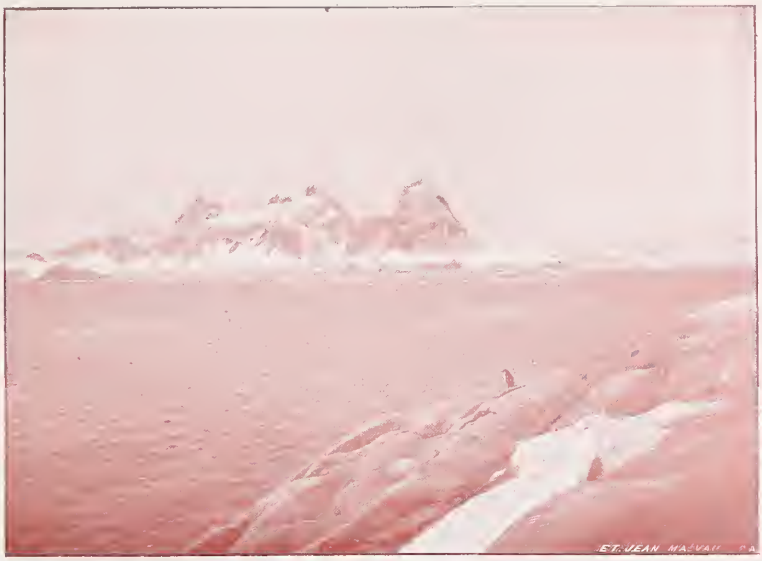
Il était alors urgent d'observer la position, afin de relier nos premiers travaux dans le détroit à ceux que nous espérions bientôt commencer ; de plus, nous ignorions totalement où la dérive nous avait entraînés pendant les dernières vingt-quatre heures de brume.

A 11 heures du soir, comme nous étions peu éloignés de l'île Louise, j'aperçus une étoile. Je me rendis aussitôt à terre avec l'horizon artificiel, mais les difficultés de l'accostage me firent perdre du temps, et lorsque enfin tout fut préparé pour l'observation... l'étoile avait disparu! J'en attendis vainement le retour jusqu'à une heure du matin.

Heureusement que le 30 janvier, à 8 heures du matin, le soleil me permit d'obtenir une droite de hauteur passant par l'île Louise. La détermination des coordonnées approximatives de l'île Louise ne nous suffisant pas, il était nécessaire de relier cette position à celle que nous avions déterminée antérieurement dans la partie nord du détroit de Gerlache. Il fut alors décidé que plusieurs d'entre nous tenteraient l'ascension des monts Solvay et appliqueraient la méthode de l'amiral Mouchez (2) dans le but d'opérer plus rapidement le lever de la carte, et de découvrir, éventuellement, un passage vers le sud.

(1) L'orque ou épaulard est un grand cétacé du genre de la baleine, avec laquelle il a souvent des luttes terribles.

(2) D'après cette méthode, on s'élève sur une montagne dont on détermine très exactement la hauteur au-dessus du niveau de la mer ; puis, à l'aide d'un théodolite, on mesure l'azimut et la dépression des points importants de la côte. Une simple résolution de triangle donne les éléments nécessaires à l'établissement de la carte.



LA SIERRA DU FIEF ET L'UNE DES ÎLES WAUWERMANS

Photographie du docteur Cook.

LE CAP CLOOS DANS LE CHENAL DE LEMAIRE

Photographie du docteur Cook.

Chapitre XVI

En reconnaissance dans le détroit de Gerlache

Le 31 janvier, nous nous dirigeons donc vers la baie de Buls, et, vers 4 heures du soir, de Gerlache, Danco, Arctowski, Cook et Amundsen quittent le navire pour gagner les hauteurs. Pendant cette ascension je devais rester à bord avec Racovitza ainsi que Mélaerts et il avait été convenu que nous irions en reconnaissance vers le sud, et serions de retour, dans la baie de Buls, le 6 ou 7 février.

Nous avons trouvé près du cap d'Ursel un endroit favorable pour le débarquement des excursionnistes. Ils emportent tout un matériel : traîneaux, tente, réchauds, skis, raquettes à neige, alcool pour la fabrication de l'eau douce, instruments d'observation, appareils photographiques, vivres en abondance, car lorsqu'on descend sur une terre antarctique on n'est pas toujours certain du jour où l'on viendra vous y rechercher.

Comme l'ascension sera difficile avec ce lourd chargement, il est convenu que Tollefsen et moi nous donnerons un coup de main aux camarades avant de regagner la *Belgica* stoppée dans la baie de Buls.

Nous voici donc attelés aux traîneaux comme les haleurs aux bateaux, avec cette différence que, pour nous, le chemin est loin d'être de niveau ! Heureusement que nous sommes tous d'une humeur charmante et que les deux équipes rivalisent de vitesse.

Vers 8 heures 1/2 du soir, nous atteignons la première crête des monts Solvay. Tollefsen et moi souhaitons bonne chance aux camarades et commençons notre descente. Ce n'est pas chose aisée, nous n'avons pas de raquettes à neige ni de cordes pour nous lier l'un à l'autre : gare aux ponts de neige masquant de mystérieuses crevasses !

Bientôt nous remarquons que le seul moyen de ne pas

enfoncer c'est de mettre une plus grande partie de notre corps en contact avec la neige. Alors, aussitôt fait que dit, nous nous asseyons sur le sol et, allongeant les jambes, nous sommes emportés par la pente aussi rapidement qu'une schlitte. Quelle délicieuse glissade ; pas une déchirure, pas une égratignure ! Le cœur tout guilleret, la tête grisée d'air pur, nous regagnons gaîment le bord.

L'État-Major n'est pas nombreux : Mélaerts est à la fois commandant en second, en troisième, en quatrième,.... mais notre zoologue Racovitza est un débrouillard, et je ne doute pas un instant que si un accident nous arrivait, à Mélaerts et à moi, il ne parviendrait à retrouver l'endroit où nous avons déposé nos compagnons.

Le lendemain, 1er février, le navire appareilla dès l'aube et fut conduit vers l'île Louise, où nous espérions obtenir une seconde droite de hauteur destinée à compléter nos observations du 30 janvier. Nous devions aussi, de ce point, relever la station établie sur les monts Solvay.

La brise et la mer nous empêchèrent de débarquer, nous forçant à demander un abri à l'île Brabant. Cette circonstance nous permit de découvrir le canal de Schollaert et l'île de Gand. Mais une avarie étant survenue à notre condenseur, nous dûmes doubler le cap Van Ryswyck et prendre la cape au centre du détroit de Gerlache.

Le 2 février matin, nous découvrîmes la baie d'Andvord, et, tandis que la *Belgica* restait amarrée à un iceberg, Racovitza débarquait au cap Van Beneden, où il passait la plus grande partie de la journée, dans un village de... manchots, dont il étudia les mœurs. C'est là aussi qu'il découvrit, avec satisfaction, une petite graminée, seule plante portant des fleurs qui ait jamais été rencontrée dans l'Antarctique.

Le soir venu, l'équipage organisa, sur l'iceberg, des tableaux vivants. Brusquement, la fête fut interrompue par la rupture de l'iceberg : le fragment auquel nous restions attachés nous poussait vers la côte.

Le 3 février, nous parcourons la baie d'Andvord ; nous découvrons le chenal d'Errera, dans lequel nous embouquons ; puis, nous nous amarrons, près de l'île de Cavelier de Cuverville, à un gigantesque iceberg au centre duquel s'est formée une cuvette renfermant de l'eau douce (1).

Avec des tuyaux de chanvre nous établissons un siphon dont une branche est maintenue dans la cuvette, tandis que l'autre, placée à contre-bas, débouche dans nos réservoirs. L'équipage est ravi de ce procédé nouveau et rapide de s'approvisionner d'eau douce sans aucun effort.

Pendant ce temps, Racovitza débarquait à l'île de Cavelier de Cuverville où l'appelaient d'innombrables familles de manchots. Moi-même, je me rendis quelques instants dans l'île pour y tenter, mais sans succès, des observations à l'horizon artificiel.

A 6 heures du soir, en rentrant à bord, nous apprenons que notre larus (2), capturé quatre jours auparavant, s'est envolé. Racovitza est désappointé et très étonné, car le larus, comme beaucoup de goëlands, a les ailes d'une telle envergure que, ne pouvant les déployer sur le pont d'un navire, il devient forcément prisonnier. Sans doute que le nôtre est parvenu à se hisser sur le bastingage d'où il a pu prendre son essor.

Le 4 février, en faisant le tour de l'île Lemaire, nous remarquons une « apparence » de chenal séparant l'île de Bryde de la Terre de Danco. Ce jour même, nous pouvons aussi noter, dans le journal du bord l'existence d'un large passage dirigé vers le sud-ouest. En même temps nous traçons la côte orientale et septentrionale de l'île Wiencke, notant dans ces parages, des roches isolées et de nombreux îlots. Riches de ce nouveau butin, nous retournons, le soir, à la baie de Buls, attendre le retour des explorateurs.

(1) Lorsqu'une cuvette se forme à la partie supérieure d'un iceberg, l'eau douce provenant de la fonte de la neige s'y accumule.

(2) Grand oiseau dont le corps est blanc, les ailes brunes, le bec et les pattes jaunes.

Je fus assez anxieux en arrivant près du cap d'Ursel, de n'apercevoir aucun signal sur les hauteurs.

Serait-il arrivé malheur à nos amis ? Ou bien sont-ils bloqués de l'autre côté d'une crevasse infranchissable ?

La nuit tombant, nous reprîmes le large, où nous fûmes arrachés à nos préoccupations par un spectacle aussi curieux qu'inattendu. On dit, d'une manière familière et même un peu triviale, en parlant d'une personne qui se trémousse de joie : « Elle rigole comme une baleine » ! Jamais je ne m'étais imaginé que je pourrais vérifier l'exactitude de cette comparaison. Or voilà que, tout à coup, je vis une bête monstrueuse qui gambadait hors de l'eau, y retombait avec fracas en soulevant d'énormes vagues, puis recommençait à bondir de plus belle ! Vite, j'appelai notre zoologue, et dame baleine eut la gracieuseté de recommencer à « rigoler » devant lui ! Racovitza et moi, nous étions positivement sous le charme.

Les journées du 5 et du 6 février s'écoulèrent sans que nous eussions vu, sur les monts Solvay, le signal convenu.

Enfin, le 6 février, à 5 heures du soir, la lunette nous fit voir le drapeau planté sur un noonatak.

Nous fîmes aussitôt route vers le cap d'Ursel ; nos camarades remontèrent à bord, tous en parfaite santé, mais un peu soucieux, semblait-il.

Ils firent peu honneur au souper, et, transis de froid, se hâtèrent vers leurs couchettes !

Chapitre XVII

Ascension des monts Solvay

Ce fut quelques jours plus tard seulement que, remis de leurs fatigues, ceux qui avaient tenté l'ascension des monts Solvay nous contèrent en riant leur odyssée.

Immédiatement après notre départ, ils avaient dressé

LE CAP RENARD

Photographie du docteur Cook

AMERICAN MUSEUM
OF NATURAL HISTORY,
CENTRAL PARK,
NEW YORK.
NATURAL HISTORY

la tente et préparé un copieux repas : soupe aux pois, biscuits des Alpes, conserves, voire même une tasse de chocolat. La nuit fut reposante ; ils étaient bien à l'abri dans leurs sacs de peau de renne.

Le lendemain, 31 janvier, après le déjeuner, ils levèrent le camp et se remirent en route ; mais, arrêtés par la brume, ils durent repiquer la tente. Par quoi tuer le temps, si ce n'est par un petit repas !

L'après-midi, nouvelle tentative de marche, bientôt entravée encore par une crevasse infranchissable. Nos amis furent obligés, pour se remettre de ces contretemps, de déguster quelques bonnes choses ! Puis, la nuit vint : il fallut souper et se coucher ! O délices de Capoue !...

Le 1er février, il neigeait et le vent soufflait violemment. Malgré cela, une nouvelle tentative fut faite pour gagner la seconde crête des monts Solvay.

Tout à coup, Danco, attelé avec de Gerlache à un même traîneau, disparut sous la neige. Déjà le Commandant s'arcboutait, pour ne pas être entraîné dans l'abîme, lorsqu'il constata que la corde qui, un instant auparavant, retenait Danco, était abandonnée à elle-même.

Avec précaution, tous approchèrent du trou béant dans lequel notre ami avait disparu. Ils le virent suspendu, grâce à ses longs skis, aux parois d'une crevasse, peu large heureusement, mais très profonde. Le sauvetage s'opéra avec célérité et Danco, ahuri par la secousse, fut ramené sur la neige ferme. Alors, pour lui rendre un peu de force et fêter l'émouvant sauvetage, un joyeux festin s'imposait !...

Le 2, le 3 et le 4 février, le temps demeura brumeux ; c'est à peine si de Gerlache et Danco, juchés sur un noonatak, purent mesurer quelques angles au théodolite.

Le 5 février, la brise se leva de l'est-nord-ouest et déchira la tente. Nos amis furent obligés de la réparer ; mais, comme l'étoffe destinée à boucher un trou doit être

prise quelque part, la tente diminua de surface, au moment même où le dégel, puis la pluie, la rendaient plus nécessaire. Alors nos pauvres amis trempés jusqu'aux os, barbotant dans la neige, songèrent, une dernière fois, à jeter un regard aux provisions ! Hélas ! l'appétit n'y était plus !... Enfin, à la suite d'une nuit des plus lamentables, de Gerlache, le matin du 6 février, fit arborer le drapeau belge, destiné à rappeler la *Belgica*. Ce même jour, à 5 heures du soir, le navire faisait entendre sa sirène, et recueillait nos explorateurs.

Ajoutons que, malgré tant de déboires et de circonstances défavorables, l'ascension des monts Solvay fut loin d'être sans résultat :

1° Les observations faites au théodolite nous donnèrent des contrôles très utiles pour le tracer de la carte ;

2° Arctowski rapporta d'importants échantillons géologiques ;

3° Et enfin nos excursionnistes acquirent, au point de vue du campement, une expérience qui pouvait leur servir par la suite.

Notons encore que le campement sur les monts Solvay est le premier qui fut tenté dans la région antarctique.

Chapitre XVIII

Derniers travaux dans le détroit de Gerlache

Le 6 février, vers 8 heures du soir, après le retour à bord du petit groupe expéditionnaire, nous eûmes la chance de reconnaître, au loin, l'île des Deux Hummocks, puis le cap Murray. Dès lors, la jonction de nos diverses stations étant faite, nous pouvions gagner le cap Murray et longer de près la côte orientale du détroit.

Le 7 février, nous parcourons la baie Charlotte, doublons

le cap Reclus, et naviguons dans le chenal de la Plata, en laissant, par tribord, les îles Nansen, Brooklyn, Wyck et Pelseneer.

Vers 4 heures du soir, de Gerlache, Cook et Arctowski débarquent au pied des roches Sophie, et, pour la nuit, nous nous mettons à la cape, à l'est de l'île Emma.

Le 8 février, nous doublons le cap Anna et, jugeant que la côte orientale a été relevée avec assez d'exactitude jusqu'à l'île Bryde, nous longeons l'île Anvers où nous débarquons, vers midi, près du cap Hippolyte, au pied des monts Osterrieth. A ce moment, le soleil inonde ces monts de mille feux ; toute la chaîne en est éblouie. Assez loin, à l'intérieur de l'île, quelques dômes ensevelis sous la neige rappellent les sommets alpestres. Le long de la côte, les montagnes pourprées s'abaissent en falaises de granit, au pied desquelles des avalanches ont amassé un glacier de peu d'épaisseur mais s'étendant sur toute la longueur de l'île.

Le soir du 8, nous nous arrêtons dans le chenal de Neumayer, au pied du mont William.

La journée du 9 février fut superbe. Elle nous permit de parcourir très utilement un long itinéraire : le matin, nous avons observé la position du quinzième débarquement et, vers midi, nous avons fixé les coordonnées d'une île du groupe Wauvermans. L'après-dîner, nous avons longé la côte orientale de l'île Wiencke ; puis, tandis que Danco, Racovitza, Arctowski et Cook débarquaient dans l'île Bob, la *Belgica* retournait vers l'île Lemaire.

Pour la seconde fois, et bien que notre attention fût particulièrement attirée vers l'île Bryde, nous n'avons pas reconnu, dans la brume, le passage qui existe entre cette île et la Terre de Danco ; nous pensions alors qu'il n'y avait là qu'une simple baie. Le soir, nous sommes allés reprendre, à l'île Bob, le personnel scientifique que nos travaux de la journée nous avaient fait oublier quelque peu. Nos pauvres amis agonisaient de faim ! Aussi, en

souvenir de cette sensation peu agréable, conservèrent-ils longtemps à l'île Bob le nom d'île Famine.

Nous nous étions abrités, pour la nuit, auprès du cap Willems, mais la dérive nous conduisit, dans le brouillard, à proximité de l'île Banck. Quel ne fut pas notre étonnement lorsque, le 10 février, à la première éclaircie, nous distinguâmes un canal dirigé vers le 15° nord-est. Nous y embouquâmes et ce n'est qu'à proximité du cap Van Beneden que nous reconnûmes que ce canal est bien celui qui sépare l'île de Bryde de la Terre de Danco et dans lequel, deux fois déjà, nous nous étions engagés.

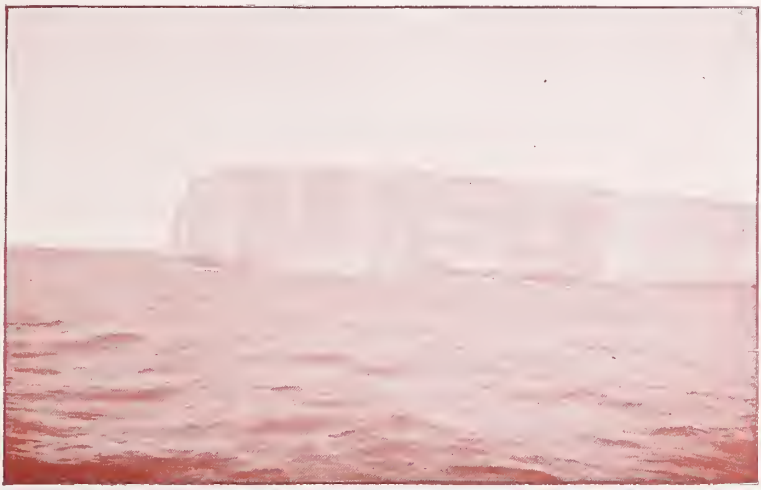
Alors nous retournons au cap Pierre Willems et parcourons la baie des Flandres, où nous débarquons, le 11 février, dans l'une des îles Moureaux. Enfin, après avoir doublé le cap Rahir et reconnu les îles Guyou, nous longeons la Terre de Danco, lorsque nos regards sont attirés par la teinte bleue que présente une échancrure de la côte. Curieux, nous virons de ce côté et nous pénétrons dans une baie d'azur. Oh ! spectacle enchanteur ! les glaces, la mer, le navire, la mâture, les voiles, tout est bleu, de ce bleu pâle, mourant, qui n'existe que dans les régions polaires. Nous nous attardons à rêver dans cet azur... ; puis nous évoluons adroitement pour gagner la pleine mer, car nous sommes entourés d'icebergs. Pas assez adroitement cependant, car un craquement sinistre nous avertit que la *Belgica* vient d'en aborder un de front.

Heureusement, le mal n'est pas grand : la guibre seule est brisée ; le beaupré, par miracle, sort indemne de cette collision.

Nous passons la nuit près du cap Renard, que, le 12 février, au matin, nous voyons peu à peu sortir de la brume. Ce cap marque d'une façon précise l'entrée sud-ouest du détroit de Gerlache. C'est une falaise de granit longue et mince qui, du côté de la mer, élève, haut dans l'air, une aiguille rocheuse dentelée comme la flèche d'une

FALAISES DE GLACE : LA TERRE DE DANCO

Photographie du docteur Cook.



ICEBERG TABULAIRE

Photographie du docteur Cook.

cathédrale. C'est près de ce cap que nous opérons notre vingtième débarquement. Nous y déterminons les coordonnées géographiques de l'entrée du détroit, puis, après avoir franchi le chenal de Lemaire, nous allons attendre le jour, à environ trois milles de la côte, entre le cap Tuxen et le cap Rasmussen.

Chapitre XIX

Quelques particularités sur le détroit de Gerlache

L'itinéraire suivi par la *Belgica* indique avec quel soin le terrain a été fouillé. Le parcours en a duré vingt jours, pendant lesquels nous avons noté, avec une scrupuleuse attention, tous les renseignements qui pourraient intéresser, dans ces parages, les futurs navigateurs.

Parmi les échantillons rapportés par M. Racovitza, le naturaliste de l'Expédition, à qui je suis redevable des renseignements relatifs à la zoologie et à la botanique, je puis faire mention d'un diptère (mouche), d'une puce de neige et de trois ou quatre acariens, espèces de petites araignées se nourrissant de mousses et de lichens.

Parmi les animaux microscopiques, nous avons trouvé des infusoires et des rotifères nématodes, qui vivent dans l'eau douce provenant de la fonte des neiges. Les flancs des rochers, sans cesse labourés par les glaces, ne peuvent servir de refuge aux animaux littoraux. Pour le même motif, les algues sont rares dans cette région. On n'y trouve, dans les endroits abrités, que des algues de petite taille, sur lesquelles vivent de rares espèces d'animaux marins.

Les parois à pic des rochers qui ne retiennent pas la neige sont parfois couvertes de lichens et, dans les endroits humides, croissent des mousses de plusieurs espèces.

Les phoques que nous avons rencontrés dans le détroit

appartiennent à deux groupes différents : le phoque crabier (*Lobodon carcinophaga*) de teinte verdâtre uniforme, et le phoque de Weddel (*Leptonychotes Weddeli*) gris fer tacheté de jaune. Tous les deux se nourrissent de crustacés.

Viennent ensuite les cétacés : la jubarte (*Megaptera boops*) et le rorqual (*Balaenoptera Sibbaldi*) qui mesurent jusqu'à vingt-cinq mètres de longueur. Le prix en est peu élevé : six à huit mille francs, tandis que la baleine franche peut se vendre jusqu'à soixante-dix mille francs. Cette différence de valeur provient de ce que les fanons de la baleine, extraordinairement développés, sont utilisés pour différents articles de la toilette féminine et se vendent très cher. Nous n'avons pas rencontré de baleine franche au cours de notre voyage.

La jubarte est pourvue d'une petite nageoire dorsale et de longues nageoires antérieures ; le rorqual, au contraire, a une longue nageoire dorsale et de courtes nageoires antérieures.

Enfin, rappelons que nous avons aperçu dans le détroit un orque, ennemi intime des baleines qu'il attaque en s'accrochant à leur mâchoire inférieure.

Arrivons aux oiseaux.

De nombreux cormorans nichent dans le détroit. Parmi les goëlands, se trouvent le goëland brun (*Megalestris antarctica*), et le goëland dominicain (*Larus dominicanus*), grand oiseau au corps blanc, aux ailes brunes, au bec et aux pattes jaunes.

Parmi les pétrels, nous avons vu le pigeon du Cap (*Daption capensis*), le pétrel des neiges (*Pagodroma nivea*) et le très grand pétrel (*Ossifraga gigantea*) qui dépèce les cadavres.

Enfin, mentionnons le bec-en-fourreau (*Chionis alba*), le seul oiseau à pattes non palmées de la région. Nous ne l'avons aperçu que dans l'île Auguste, où il cache son nid dans les anfractuosités des rochers.

De tous les oiseaux qui habitent le détroit, les man-

ICEBERG RONGÉ A LA BASE PAR LES VAGUES

Photographie du docteur Cook

ICEBERG AVEC GROTTE

Photographie du docteur Cook

AMERICAN MUSEUM
CENTRAL PARK
NEW YORK
OF NATURAL HISTORY

chots sont certes les plus intéressants (1). Droits et raides sur leurs courtes pattes, ils ont l'air de petits bonshommes vêtus de pardessus noirs à capuchon. Ils trottent en se dandinant et en tournant la tête avec des contorsions bizarres, agitant leurs petites ailes qui semblent des moignons de bras et constituent, pour eux, des nageoires dont ils se servent à merveille. Deux espèces de manchots habitent le détroit de Gerlache : le manchot antarctique (*Pygoscelis antarctica*) et le manchot papou (*Pygoscelis papua*).

Ils ont, tous les deux, le cou et le ventre blancs tandis que la tête et le dos sont du plus beau noir. Le second ne diffère du premier que par un bec rouge au lieu d'un bec noir et une aigrette blanche qu'il porte gracieusement sur la tête ; mais, dans leur manière de vivre, ces deux oiseaux diffèrent essentiellement.

Les manchots papous vivent nonchalamment en commun, élevant leurs enfants à la spartiate.

Les jeunes sont tous réunis dans un même endroit, sorte de *nursery* où ils sont surveillés par un certain nombre de vieux manchots. Si l'un des petits veut s'émanciper, le gardien le ramène au bercail à coups de bec. Après un certain laps de temps un des gardiens pousse un cri auquel répond un autre cri, et de nouveaux factionnaires viennent remplacer les premiers, non sans avoir grommelé de la plus belle façon, tandis que ceux qui sont relevés de garde poussent des cris de joie et se jettent à la mer avec transport.

Ce manchot papou, dont la vie s'écoule dans une même uniformité, comme celle de certains fonctionnaires, ne se donne pas la peine de se défendre quand on l'approche. Il regarde d'un air hébété, en serrant avec effroi ses deux petites ailes.

(1) Ils sont parfois désignés aussi, mais improprement, sous le nom de pingouins du sud.

Les manchots antarctiques sont, au contraire, pleins d'esprit ! Certes, ils ne sont pas toujours commodes et se disputent parfois avec acharnement, mais quelle énergie, quelle vivacité, quelle mine intelligente !...

Leur courage égale leur amour maternel ; ils défendent hardiment l'approche de leurs nids : le bec tendu et menaçant, les plumes hérissées, ils livrent bataille et se font noblement tuer plutôt que d'abandonner leurs petits.

Nous avons fait vingt débarquements dans le détroit, et plusieurs se sont effectués avec difficulté.

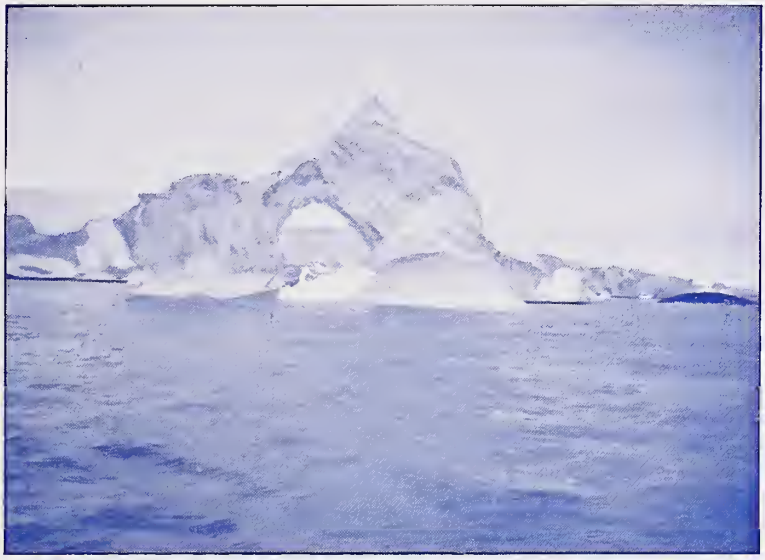
En effet, indépendamment des instruments fragiles qui encombraient le petit canot, sept personnes devaient y trouver place : Racovitza, Arctowski, Cook, Danco, Dobrowolski et moi, plus un matelot pour garder l'embarcation, pendant le travail.

Quelques-uns d'entre nous devaient donc se mettre aux avirons, travail fatigant pour les mains et qui les rendait impropres à manier des instruments de précision.

Quant à opérer successivement plusieurs débarquements et à nous faire aider par des hommes d'équipage, il n'y fallait pas songer : nous eussions perdu de la sorte un temps considérable, alors qu'il fallait opérer rapidement, et notre personnel peu nombreux n'était que suffisant pour le service du bord.

Les difficultés se multipliaient encore lorsqu'il s'agissait de fixer le lieu de débarquement.

La côte dans l'Antarctique est presque toujours abrupte. Ou bien nous nous trouvions au pied de vastes glaciers dont les murailles verticales s'élevaient plus haut que la mâture du navire, comme au cap Lancaster; ou bien la roche apparaissait à nu et absolument droite, telles les roches Sophie. Parfois, la terre semblait d'un accès plus facile, mais, en approchant, nous constations qu'elle était défendue par des récifs sur lesquels notre canot courait le risque de se briser : ce fut le cas dans l'île Louise.



ICEBERG EN FORME D'ARCADE

Photographie du docteur Cook

VILLAGE DE MANCHOTS ANTARCTIQUES

Photographie de E. G. Racovitza

AMERICAN MUSEUM
CENTRAL PARK,
NEW YORK.
OF NATURAL HISTORY.

D'autres fois encore, la côte rocheuse formait une succession de dômes peu élevés, mais dont les parois, polies par le frottement des glaces, étaient si glissantes qu'on ne s'y aventurait qu'avec prudence. Les îles Wauwermans présentaient cet aspect. Ajoutons que certains endroits, très accessibles en temps calme, devenaient inabordables dès qu'il y avait de la houle.

Ainsi, au pied du mont Allo et du mont Pierre, à proximité du cap Neyt, se trouve une petite baie au fond de laquelle s'étend une grève. Le débarquement s'est opéré facilement en cet endroit, parce que la mer était calme ; mais le retour à bord présenta un sérieux danger : la mer s'était levée et menaçait de rouler notre canot.

Dans l'île Auguste l'action de la mer se faisait sentir plus violemment encore. Dans d'autres îles, telles que les Guyou et les Moureaux, l'espace non couvert de neige était si petit que les instruments devaient être échelonnés au bord de l'eau.

Tous les points des côtes, heureusement, n'étaient pas aussi défavorables, mais il fallait les découvrir peu à peu.

Au cap Van Benedèn, par exemple, un canot pouvait atterrir par tous les temps.

C'est dans l'île de Cavelier de Cuverville que nous avons débarqué avec le plus de facilité. Dès qu'on avait dépassé les falaises rocheuses, la côte s'étendait très saine, formant un véritable quai.

Une particularité encore du détroit de Gerlache, c'est la rapidité avec laquelle la mer se forme sans cause apparente. Nous en avons eu un exemple étonnant dans la nuit du 6 au 7 février : vers 8 heures du soir, l'atmosphère était calme lorsque, brusquement, une grosse houle se leva. La brise ne se fit sentir que cinquante minutes plus tard, et, bien qu'elle durât peu, la mer n'en demeura pas moins forte. Ce phénomène est d'autant plus curieux que nous nous trouvions dans une partie relativement étroite du détroit, et qu'il semble presque inexplicable

qu'une houle aussi forte puisse se soulever entre deux côtes peu éloignées l'une de l'autre et parallèles aux crêtes des lames.

Chapitre XX

Les Glaces

Disons un mot maintenant des différents aspects que présentent les glaces.

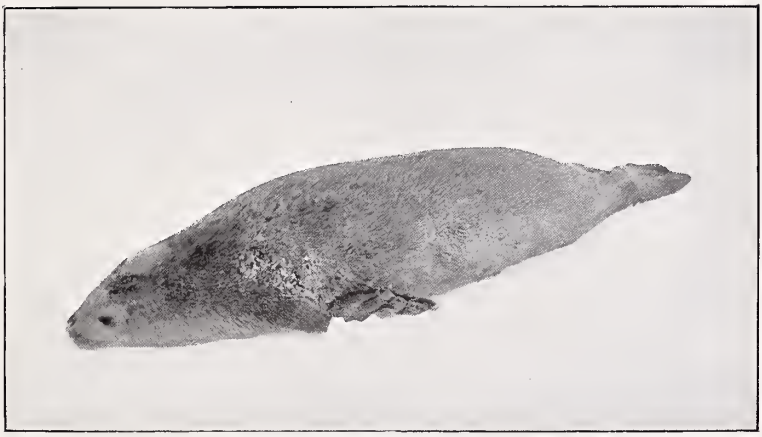
Les terres des régions voisines des pôles sont généralement recouvertes, sur presque toute leur étendue, d'une épaisse couche de glace, dont le pouvoir diffusif est énorme. Cette couche de glace projette, vers le ciel, un reflet *jaunâtre* qui s'aperçoit à de très grandes distances, et qu'on nomme *landblink*.

A mesure qu'on s'éloigne de la côte pour avancer dans l'intérieur des terres, les aspérités du sol disparaissent ; les vallées sont comblées par des neiges qui se durcissent, se compriment pour former les glaces éternelles, recouvrant peu à peu tout le sol. Cette couche de glace prend le nom d'*inlandice*.

Les glaces s'accumulent sur l'inlandice, exercent continuellement une poussée vers les côtes et elles finissent par se déverser dans la mer comme de véritables fleuves qui portent le nom de *glaciers*.

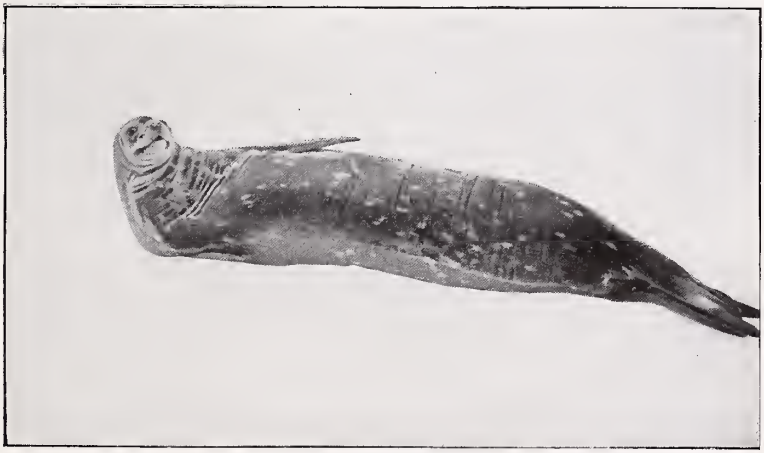
Comme la poussée, à l'intérieur des terres, augmente constamment, des blocs de glace descendent ainsi dans la mer où, entraînés par le courant, ils flottent, pareils à des épaves : ce sont des *icebergs*.

L'iceberg est donc formé par la *glace de terre*, et composé exclusivement d'eau douce. Cette glace est d'un beau bleu et d'une dureté extraordinaire. Lorsqu'un iceberg est de formation récente, on peut constater sur certaines de ses faces latérales des lignes horizontales montrant la



JEUNE PHOQUE CRABIER

Photographie du docteur Cook



PHOQUE DE WEDDEL

Photographie de E. G. Racovitza

[illegible]

stratification des diverses couches de neige (planche XIV). Le glacier qui forme l'iceberg ayant une face supérieure plane, l'iceberg type de l'Antarctique est en forme de table et porte le nom d'*iceberg tabulaire*.

Ajoutons que les icebergs peuvent se détacher aussi du flanc de rochers abrupts, et, par conséquent, affecter, dès leur naissance, des formes très variées.

Examinons maintenant l'iceberg qui commence à flotter.

La mer l'arrose, l'agite, le secoue, le fait tanguer : la glace, sous ces secousses, s'arrondit, se polit ou se creuse, jusqu'à la hauteur atteinte par l'eau de la mer (planche XV).

Parfois aussi des crevasses se forment, dans lesquelles les vagues se précipitent, y découpant des grottes, des cavernes mystérieuses. Les icebergs ainsi travaillés offrent de ravissants aspects. La base, sous l'eau, semble d'aigue-marine ; les parois éclairées par le soleil ont la blancheur scintillante du cristal ; celles qui lui sont opposées prennent un reflet d'azur, tandis que l'intérieur de la grotte est d'un bleu sombre et insondable.

Puis, si l'eau continue à ronger, la galerie se creuse de part en part comme une arche ou un tunnel (planche XVI).

La hauteur des icebergs au-dessus de leur flottaison atteint jusqu'à 60 mètres. En tenant compte de la différence de densité de l'eau de mer et de la glace de terre, et en admettant qu'un de ces blocs flottants ait la forme prismatique, on peut conclure qu'un iceberg, qui émerge à 60 mètres, a une hauteur totale de 660 mètres environ. Mais les icebergs n'ont généralement pas la forme prismatique ; la base en est parfois très étendue. Il n'est malheureusement pas possible de mesurer l'épaisseur maxima de la partie immergée ; car il ne pourrait être question de tirer une conclusion quelconque de ce qu'on serait parvenu à passer un fil de ligne sous l'iceberg même, puisqu'on ne connaîtrait pas la courbe décrite par la ligne.

La partie immergée de l'iceberg étant si importante, on

comprendra facilement qu'un courant sous-marin, ayant prise sur cette énorme base, peut entraîner l'iceberg, dans une direction opposée au vent, puisque ce dernier n'agit que sur la partie hors de l'eau.

De même aussi un iceberg pourra résister à un courant de surface et jouer le rôle de barrage.

Dès que l'iceberg s'est éloigné considérablement du glacier où il a pris naissance, les collisions avec les autres icebergs le transforment encore sérieusement. Enfin, lorsqu'il pénètre dans des eaux moins froides, un changement d'équilibre se produit : il chavire, il se dissout, il devient un fragment qui, peu à peu, se fond dans l'océan.

Comme certains icebergs mesurent trois à quatre kilomètres de longueur et de largeur, sur une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, on peut se figurer le danger que présente, pour un navire, la collision avec une semblable masse (1) animée d'une vitesse pouvant atteindre plusieurs nœuds. Les plus grands cuirassés pourraient être brisés comme un fétu de paille !

Nous devons constater ici que notre voyage dans le détroit de Gerlache fut particulièrement favorisé, car, malgré la présence d'un grand nombre d'icebergs, nous y avons circulé librement, à une époque de l'année où Weddell avait trouvé toute la région encombrée de glaces.

Nous venons de parler de la glace de terre ; disons maintenant un mot de la *glace de mer* et de la *banquise* en général.

Les glaces *éparses* projettent aussi, dans le ciel, des reflets de lumière *blanche* diffuse appelés *iceblink*.

S'il se trouve, dans la banquise, un espace d'eau libre, le ciel au-dessus prend une teinte bleue très foncée : le *watersky*. L'aspect du watersky peut cependant induire sérieusement en erreur : parfois l'étendue en est considérable et semble indiquer une grande surface d'eau libre,

(1) Un grand iceberg peut avoir 4000 × 4000 × 400 soit 6 400 000 000 mètres cubes.

alors que, en réalité, il n'y a qu'un petit lac ; d'autres fois encore des nuages gris-bleu, qui ressemblent au watersky, peuvent faire croire à la présence d'eau libre là où, en réalité, il n'y a que de la glace.

A mesure qu'on approche de la banquise, l'iceblink devient plus marqué, plus étendu. On aperçoit ensuite de très petits blocs de glace épars ou alignés en rubans, et qui constituent la *glace de dérive*. En avançant vers le sud, on voit les blocs devenir de plus en plus grands, ils atteignent alors 20 et 30 mètres de longueur et prennent le nom de *plaques* ou *nappes*.

Vers le sud, les plaques deviennent encore plus étendues, ayant 70 et 80 mètres de longueur. Elles forment alors des *champs de glace* dont l'ensemble, avec les icebergs et fragments d'icebergs, porte le nom de *banquise*.

Des phénomènes multiples mettent sans cesse la banquise en mouvement. Lorsque ces mouvements durent longtemps, les glaces se resserrent et produisent la *pression*. Au contraire, lorsque le calme se rétablit, les glaces se dirigent vers la mer libre ; elles se dégagent et produisent la *détente*.

Pendant la pression, les blocs énormes ne perdent leur force d'inertie qu'après s'être brisés dans de fréquentes collisions. Ils forment ainsi de véritables amoncellements appelés *hummocks*.

L'eau de mer se congèle par 2°,5 centigrades environ sous zéro, mais il ne s'ensuit pas que la surface de la mer se congèle lorsque la température atteint ou est même légèrement inférieure à ce chiffre : les mouvements ondulatoires de cette surface retardent la congélation. Nous avons vu, notamment, des lacs d'une étendue assez considérable avoir, par temps calme, une surface libre de glace par 15° au-dessous de zéro. Mais il s'agit là d'une exception, car lorsque la banquise n'est pas en mouvement, l'eau des lacs et des crevasses se fige, puis se congèle par des températures très supérieures à 15 derés sous zéro.

Lorsque la glace se forme, l'aspect de la mer est parfois vraiment étrange : au-dessous d'une mince plaque de cristal, l'eau de mer paraît toute noire, tandis que dans une multitude d'autres endroits, des fleurs de neige, le *rassol*, transforment le champ de glace en un parterre ravissant (planche XX).

Dès qu'un léger mouvement ondulatoire se produit, la couche de glace, encore peu résistante, se brise en petits fragments qui s'accostent, se heurtent, et, pour peu que le mouvement se poursuive, se transforment en disques plus ou moins réguliers. Alors, dès que le calme ramène la détente, ces disques se disjoignent et flottent sur l'eau comme des feuilles de nénuphar.

Si, au contraire, la couche de glace a le temps de s'épaissir, la neige, qui tombe presque tout l'hiver, se transforme en glace et s'accumule.

Une plaque de glace formée sur la mer comprend donc : une couche de neige à la partie supérieure, puis, en descendant, une couche de glace d'eau douce, provenant de la neige comprimée, et une couche de glace d'eau salée, provenant de la congélation de l'eau de mer. Souvent, entre la couche de neige et la couche de glace d'eau douce, se trouve une couche d'eau douce. En été la couche supérieure de neige est molle, elle se transforme en *néré* dans laquelle on enfonce profondément si l'on ne se sert pas de skis ou de raquettes. En hiver, cette couche de neige se durcit, perd ses aspérités et prend l'apparence du plus beau marbre.

Chapitre XXI

La terre Alexandre Ier. — Un ouragan dans la banquise

Nous avons laissé la *Belgica*, le 12 février 1898, dans le chenal de Lemaire, non loin du cap de Trooz.

LA « BELGICA » A L'ENTRÉE DE LA BANQUISE ANTARCTIQUE

Photographie du docteur Cook

ENSEMBLE DE LA BANQUISE

Photographie de E. G. Racovitza

AMERICAN MUSEUM
CENTRAL PARK,
NEW YORK
OF NATURAL HISTORY.

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE. — ROUTE SUIVIE PAR LA « BELGICA » DU 13 AU 19 FÉVRIER 1898.

Carte dressée par le sub-commandant de l'Expédition.

Le lendemain, 13. nous cherchâmes à pénétrer dans la partie de mer qui se trouve au sud de ce cap, afin de constater si nous étions en présence d'une baie ou du détroit de Bismarck. La densité de la banquise nous empêcha d'avancer; nous fûmes obligés de battre en retraite.

De 4 à 7 h. 30 du soir, nous longeons la banquise, laissant par bâbord les deux petites îles Cruls élevées de quelque trente mètres au-dessus des eaux. A peine les relevons-nous au sud que nous constatons autour de nous la présence de nombreux récifs dont les sommets pointent dans le creux des lames. La mer est agitée, il vente très frais, les brisants deviennent plus nombreux et nous ferment la route vers l'ouest. Heureusement que de Gerlache, placé dans le nid de corbeau, ne perd pas de vue les récifs et peut diriger la route d'une façon relativement sûre (1).

Vers 9 heures du soir, nous sortons enfin de cette impasse, après avoir rangé de très près un fort mauvais récif. Tout danger paraissant écarté, un seul homme reste en vigie auprès de l'officier de quart, qui a pour instruction de laisser aller le navire à la dérive, sans trop s'écarter de deux icebergs échoués sur un banc de roche (2).

Or, vers quatre heures du matin, la brume fit perdre de vue à l'officier de quart les icebergs échoués. Chose étrange, le navire alors partit en dérive, évoluant au milieu des récifs qui nous avaient préoccupés la veille, et sans se laisser effleurer par un seul !

(1) Dans les endroits où les récifs sont très nombreux, l'officier de quart se tient le plus haut possible dans la mâture. Il reconnaît alors à la couleur de l'eau les endroits où se trouvent les roches.

(2) La présence des grands icebergs annonce toujours une certaine profondeur de la mer, étant donné que par suite de la différence de densité entre la glace d'iceberg (glace d'eau douce) et l'eau de mer, un iceberg *émergeant* de 30 mètres a un pied *immergé* à une profondeur qui peut atteindre 500 mètres.

Du 13 au 16 février, nous fûmes presque continuellement dans la brume, longeant la banquise par bâbord. Parfois, au loin, vaguement, nous apercevions une terre dont les glaces nous isolaient, tandis que dans le ciel l'iceblink paraissait constamment. Nous croisions aussi fréquemment des icebergs, et nous traversions de longs rubans de fine glace de dérive orientés du sud-sud-est au nord-nord-ouest.

Le 16 février, nous apercevons la Terre Alexandre découverte en 1821 par Bellingshausen. Nous en sommes si éloignés que nous ne pouvons même en apprécier la distance (fig. 2).

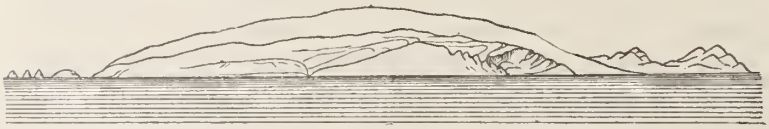


Fig. 2. Vue de la Terre Alexandre

Nous notons cependant deux apparences de caps en C et D (fig. 3) et un massif qui paraît isolé mais est peut-être rattaché aux terres avoisinantes par un isthme peu élevé, situé en-dessous de notre horizon visuel.

En M surgissent trois monticules, blancs d'apparence : ce sont des icebergs ou des îles analogues à celles que nous avons remarquées à divers endroits dans le détroit de Gerlache, ou encore la continuation de la terre C, D, B, A à laquelle ces hauteurs pourraient être reliées par un isthme que nous ne pouvons voir. A l'est de B, s'échancre un golfe. Parallèlement à la côte, B D, court une chaîne de montagnes dont l'arête vive et mince se détache nettement de la masse principale.

Le relief de cette arête est si fortement accusé que nous nous demandons si cette chaîne n'appartient pas à une île située en deçà de la Terre A, B, C.

Non loin du cap D, la chaîne de montagnes se festonne, dentelée comme une scie. A l'intérieur, dans la région

E, le terrain, en pente douce, paraît être un glacier gigantesque, qui se dirige vers la mer, entre les points B et D.

Suivant F et G courent deux chaînes parallèles remarquables. La chaîne G incline sa pente douce jusqu'à la mer. La crête F s'abaisse en mamelons neigeux qui se perdent également dans l'océan vers I ; mais, en H, se détache un contrefort caractéristique qui paraît limiter, à l'ouest, le glacier E.

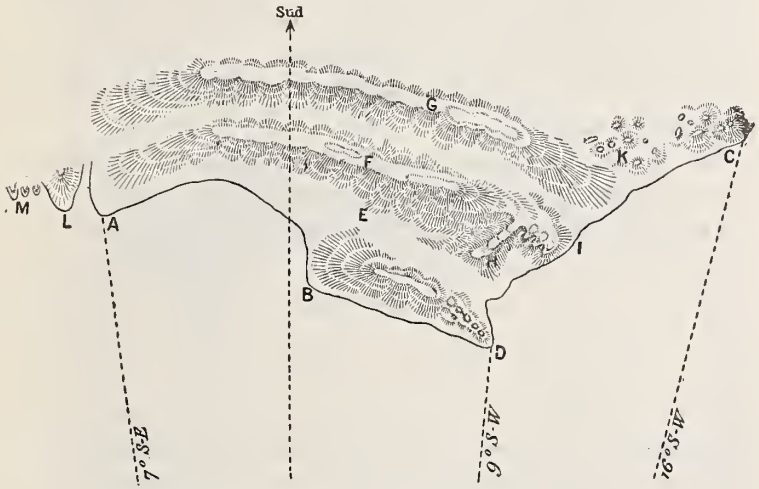


Fig. 3. Croquis de la Terre Alexandre

La région K est relativement basse, avec, de ci de là, quelques mamelons peu élevés.

Enfin, en C, une série de mamelons sans orientation particulière sont reliés à la chaîne G ou à la côte, de façon très diverse.

Devant la Terre Alexandre, se trouvent de nombreux icebergs ne présentant pas la forme tabulaire caractéristique : quelques-uns sont capricieusement découpés ; d'autres imitent la flèche gothique de nos cathédrales.

La densité de la banquise nous défend l'approche de la terre. La lisière des glaces est orientée dans la direction

est-onest et formée de petits fragments d'iceberg et de glace de mer.

Du 16 au 28 février, nous concentrons tous nos efforts pour forcer la banquise ; mais, à peine le navire a-t-il gagné quelques milles dans le sud qu'il est ressaisi et immobilisé par les pressions.

Que faire ? Remonter vers le nord et mettre l'hiver à profit pour compléter notre équipage et nos approvisionnements? C'était le seul parti à prendre ; mais l'idée que nous allions, peut-être, quitter l'Antarctique un jour trop tôt pesait lourdement sur quelques-uns d'entre nous.

Une circonstance imprévue nous traça soudain notre ligne de conduite.

Le 28 février, une formidable tempête se déchaîna, mettant toute la banquise en mouvement.

Les blocs de glace soulevés par la mer en furie se brisaient les uns contre les autres ; la banquise se crevait avec des craquements sourds. Des fissures se formaient dans la glace, puis allaient s'élargissant en rivières, en lacs sur lesquels le navire bondissait éperdu. Puis, les glaçons se rapprochaient à nouveau, se heurtaient, montaient les uns sur les autres. Lorsqu'une détente se produisait, la *Belgica* filait comme un trait, se frayant d'elle-même un chemin. Parfois, sous l'influence du vent, elle acquérait une vitesse énorme qui, brusquement, cessait à la lisière des lacs.

Le vent soufflait de l'est-nord-est ; rien n'eût été plus simple que de nous écarter de la banquise.

Mais l'occasion était unique et il fallait profiter de cette dislocation des glaces pour courir vers le sud. De Gerlache vint me trouver sur la passerelle : notre conversation fut courte ; elle se termina par un vigoureux *shake-hand*, et, avec une joie profonde, je transmis, au timonier, l'ordre de mettre le cap au sud !

Nous ne nous dissimulions pas, cependant, les risques

LA « BELGICA » DANS LA BANQUISE

Photographie du docteur Cook

AMERICAN MUSEUM
CENTRAL PARK,
NEW YORK,
OF NATURAL HISTORY.

de notre téméraire entreprise. La mauvaise saison allait nous condamner à un hivernage, pour lequel nous n'étions qu'incomplètement équipés. Si nous succombions, qui rapporterait au pays les documents précieux que nous avions déjà recueillis ?

Mais n'était-ce pas en affrontant maints dangers que Ross avait reconnu la Terre Victoria, croisé sous les volcans Erebus et Terror, et ouvert le chemin qui conduit au pôle magnétique austral ? Ce que Ross avait tenté avec des navires à voiles, ne devions-nous pas l'entreprendre avec un navire à vapeur ? Oui, de Gerlache savait que nous risquions notre vie, mais il regardait la mort en face et ne nous faisait point l'injure de se montrer timoré pour nous.

Le 2 mars, la banquise, qui s'était ouverte sous l'influence de la tempête, se referma soudain. Avec la plus grande peine le navire avança encore de deux milles vers le sud.

Bientôt la température baissa, surtout la nuit, et une jeune glace se forma, soudant ensemble les anciens champs.

Le 3 mars, nous tentons vainement de nous déplacer : la banquise est trop compacte, elle ne se laisse plus entamer. Enfin, le 4 mars 1898, la *Belgica* était enserrée de toutes parts, comme dans un étau.

Chapitre XXII

Bloqués

Oui, de toutes parts s'étendait la banquise. Le soleil cependant ne nous avait pas encore quittés ; il éclairait même, dans tous ses détails, le spectacle grandiose et féerique que nous avions sous les yeux.

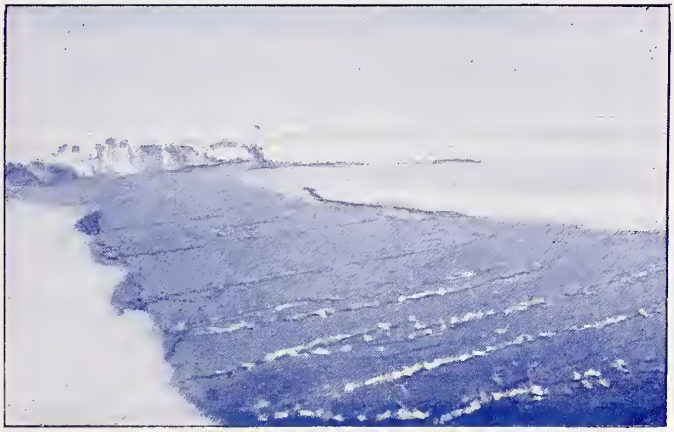
Partout, à l'infini, les glaces s'étendent, en champs très

anciens et en champs de la dernière formation. Tous portent encore les blessures de la récente tempête : leurs cassures sont droites et nettes ; les pressions n'ont pu encore les modeler. A droite, à gauche, des icebergs et des glaçons se heurtent contre ces champs, en les chassant devant eux. Çà et là, brillent quelques lacs, dont l'eau commence à se figer ; la neige, ou plutôt la fleur de neige, y festonne tout autour une collerette de dentelle.

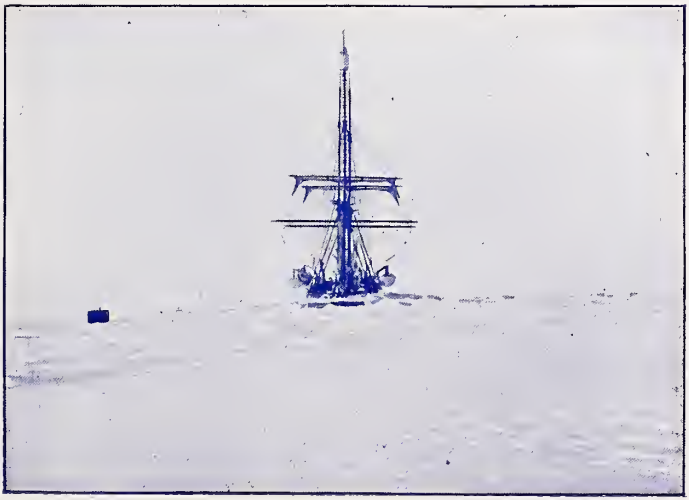
Ils se complaisent dans cette dernière parure, car voici l'hiver qui va les congeler à jamais. Déjà les glaces se meuvent en s'accostant mystérieusement. Elles jettent des cris ressemblant à des vagissements humains : c'est la voix de la jeune glace qui se forme, c'est l'enfant qui dit ses premiers mots. Plus tard, la banquise parlera encore ; elle hurlera de fureur, pendant la tempête, ou bien elle exhalera une mélopée triste comme un champ funèbre, lorsque le soleil de l'été recommencera à la miner sourdement et à la disloquer.

Aujourd'hui, le ciel est radieux ; il passe par les nuances les plus variées et les plus délicates : le vert pâle succède au bleu d'azur, le rose remplace le violet. La banquise se colore sous ce voile changeant : voici un iceberg dont la base est vert d'eau, tandis que les faces latérales sont d'un bleu très foncé ; là-bas, à l'horizon d'un gris perle infiniment doux, un autre iceberg tout rose sous la pourpre du soleil couchant. D'autres encore semblent noirs, les perfides, comme pour feindre la présence d'une terre.

Et la vie anime ces régions où l'on croirait que rien ne peut naître. Voici des phoques couchés paresseusement sur une nappe éblouissante. Des manchots étonnés poussent des cris aigus en s'approchant du navire, qu'ils contemplent longuement. Une volée de pagodromas, semblables à de blanches hirondelles, se groupent sur un vieil iceberg et jacassent en famille. En famille !... Brusquement, le soleil disparaît, et la lumière crépusculaire du pôle éclaire,



VOIE D'EAU RECOUVERTE DE JEUNE GLACE ET FORMATION DU « RASSOL »



NOTRE CHAMP DE GLACE RECOUVERT D'UNE ÉPAISSE COUCHE DE NEIGE

Photographie du docteur Cook

longtemps encore, l'espace qui, lentement, se couvre de brume.

Alors la vie semble s'éteindre : les phoques s'endorment, les manchots appuient langoureusement leur tête sur leurs petites ailes, les pagodromas eux-mêmes se taisent : ils ne se content plus des poèmes d'amour !

A bord, tout est tranquille ; quelques-uns rêvent, d'autres réfléchissent.

Qu'allons-nous devenir dans ce désert glacé ? Depuis quelques jours les observations renseignent une dérive vers le sud. D'abord de quelques milles par jour, elle s'est ensuite ralentie. Si cette dérive persiste, où irons-nous échouer ? Ou bien nous arriverons dans l'Océan Indien, après avoir passé près du pôle, ou bien nous serons arrêtés par un continent.

Mais, en admettant la première hypothèse, avant d'arriver à l'Océan Indien, notre navire mettra quatre ou cinq ans pour se dégager ; car, à mesure que nous approcherons du pôle, l'intensité du courant diminuera probablement encore.

Pourrons-nous résister quatre ans, alors que nous avons des vivres pour deux ans au plus, et que nous ne pouvons guère compter sur les produits de la chasse : nous n'avons encore aperçu aucun gibier qui puisse nous tenter, et, plus tard, nous aurons moins de chance encore d'en rencontrer.

Mais cette hypothèse est inadmissible : les terres australes ne sont-elles pas là pour nous arrêter ?

Dans l'Océan Glacial Arctique, on peut souhaiter voir la terre qui possède du gibier comme l'ours, le renne ; qui est fréquentée par des navires chasseurs de phoques et de baleines ; qui, enfin, est habitée par des Esquimaux. Mais dans le sud, le continent antarctique est absolument désert et stérile. Aucune chance de salut pour nous vers ces terres inhospitalières....

Chassons ces noires idées ; arrêtons-nous à une perspec-

tive plus clémente. Pourquoi les pressions, qui arrivent des terres, ne feraient-elles pas dévier notre route vers l'ouest? Un bienheureux hasard nous entraînerait peut-être dans la mer de Ross, après nous avoir charriés au travers des 3600 kilomètres qui nous en séparent! Dans ces conditions, nous mettrions un temps considérable avant d'être dégagés, mais nous pourrions faire de grands et utiles travaux et nous aurions plus de probabilités de salut qu'en dérivant vers le sud.

Ce qui peut encore se produire, c'est qu'il n'y ait pas de courant, et que notre dérive momentanée soit due exclusivement à la tempête qui a soufflé les jours précédents. Dans cette hypothèse, nous nous déplacerons avec la banquise : tantôt allant au nord pour revenir vers le sud, et pour repartir ensuite vers l'est ou vers l'ouest. Insensiblement, nous gagnerons la lisière des glaces que la poussée du sud rejette toujours finalement vers le nord. Il est vrai que notre séjour dans la banquise peut être long.....

Et si les pressions trop fortes brisaient le navire? Eh! bien, nous ferons un suprême effort. Nous avons des vivres, des vêtements, des tentes, des canots, des skis et des raquettes que nous jetterons sur un champ solide, et nous tâcherons *désespérément* de gagner le détroit de Gerlache, puis de franchir le détroit de Bransfield en canot. De là, deux ou trois d'entre nous s'efforceront d'atteindre le cap Horn avec une de nos frêles embarcations.

Quel projet chimérique! Il faut y croire pourtant. Il faut donner à tous confiance et espoir.

(A suivre.)

G. Lecointe.

LE GISEMENT HOUILLER

DU

NORD DE LA BELGIQUE

L'aurore du XXe siècle voit échoir à la Belgique une bonne fortune comme en rencontre rarement un petit pays.

A travers les sables stériles de la Campine et les terrains sous-jacents, de savants géologues, des ingénieurs audacieux, pleins de confiance dans le succès, ont foré des sondages ; et voici qu'ils ont découvert l'existence d'un trésor immense de combustible minéral, gisant sous un manteau épais, derrière lequel la nature semble avoir voulu le cacher et le mettre à l'abri des entreprises indiscrètes. Mais si profondément qu'il soit enfoui, il est permis d'espérer que le génie scientifique et industriel des Belges et leur énergique ténacité, parviendront à le mettre à fruit, pour le plus grand bien de la prospérité industrielle et commerciale du pays.

C'est au moment où économistes et industriels envisageaient, non sans appréhension, l'appauvrissement plus ou moins prochain des gisements houillers du Hainaut et de la province de Liége, et se préoccupaient des difficultés et des causes d'affaiblissement que rencontrerait dans l'avenir notre industrie, obligée d'aller chercher au loin le *pain noir* qui lui donne la chaleur et la vie, c'est alors que surgit la bonne nouvelle de la découverte du bassin houiller

du Limbourg et de l'importance considérable des réserves charbonnières qu'il renferme tant en quantité qu'en qualité. Du même coup, s'évanouit l'inquiétude de ceux qui s'intéressent à l'avenir industriel de notre petite mais laborieuse Belgique : « nous avons encore beaucoup de pain et de bon pain sur la planche ! »

Nous exposerons sommairement dans cette notice, l'état actuel de nos connaissances relatives aux conditions géologiques et à l'importance de ce gisement, ainsi que ses relations avec les bassins houillers voisins; nous donnerons ensuite un aperçu historique des études et des travaux qui ont conduit nos géologues et nos ingénieurs à une aussi précieuse découverte ; enfin nous dirons quelques mots de la mise à fruit et des difficultés techniques qu'elle comportera, ainsi que de l'état actuel de la législation minière.

I

Depuis la rencontre du houiller, en 1901, par le sondage d'Asch (Limbourg belge), sur lequel nous reviendrons plus loin, une série de nouveaux sondages — une trentaine environ jusqu'ici — ont été forés dans cette province et cinq dans la province d'Anvers. La superficie reconnue comprend plus de 750 kilomètres carrés s'étendant sur une longueur nord-ouest de 75 kilomètres et une largeur moyenne de 10 à 12 kilomètres ; elle se développera vraisemblablement par les nouveaux sondages en creusement et ceux qui seront entrepris par la suite. Cette superficie représente, pour chaque mètre de puissance utile des couches — épaisseur réelle en charbon — une quantité de 1 000 000 000 de tonnes. Or, on aurait reconnu à plusieurs sondages une épaisseur totale de 10 mètres de charbon et même plus, avec des puissances de couches variant de 0,40 mètre à 1,60 mètre.

Le développement des travaux de sondage, la publica-

tion de leurs résultats, qui jusqu'à ces derniers temps ont souvent été tenus sous le boisseau par les explorateurs, et le rapprochement des coupes obtenues aux différents points de la surface explorée, permettront, sans doute, dans un avenir peu éloigné, de mieux fixer les idées sur la richesse présumée du gisement ; toutefois les renseignements que nous possédons suffisent pour estimer qu'elle est considérable et supérieure à celle des bassins réunis du Hainaut et de la province de Liége.

Quant à la nature des couches, celles qui ont été recoupées renferment de 12 à 42 p. c. de matières volatiles, soit donc la teneur des charbons maigres jusqu'à celle des charbons à gaz. La stampe totale explorée jusque maintenant paraît être d'environ 1200 mètres. Les couches, très rapprochées dans les zones supérieures, semblent beaucoup plus espacées vers le bas.

Le premier sondage fructueux, celui d'Asch, a atteint le terrain houiller au niveau de 530 m. ; l'épaisseur des morts-terrains traversés par les divers sondages varie entre 420 et 700 mètres, et l'inclinaison de la surface du terrain houiller est très faiblement marquée vers le nord-ouest.

Avant d'examiner les relations géologiques du bassin houiller du nord de la Belgique, ou bassin Campinien, avec les bassins voisins, il nous paraît utile de rappeler les conditions de gisement et les caractères principaux de ceux-ci.

Tout d'abord notre ancien bassin Belge, le bassin Wallon du Hainaut et de la province de Liége, qui occupe une dépression du calcaire carbonifère et des terrains primaires sous-jacents, est limité au nord par une bande épaisse des terrains précités, reposant eux-mêmes sur des assises siluriennes. La direction sensiblement nord-est-sud-ouest dans la région de Liége, s'infléchit progressivement pour devenir est-ouest dans le Hainaut et la région de Valenciennes, et remonte ensuite vers le nord-ouest, pour traverser la Manche, pénétrer en Angleterre par le Comté

de Kent et gagner le sud du Pays de Galles. La direction du bassin Franco-Belge forme ainsi une courbe tournant sa concavité vers le nord.

Au delà de Liége, ce bassin se poursuit, en accentuant le relèvement de sa direction au nord, et vient se raccorder au bassin Westphalien de Witten ou de Herzkamp, en formant, au nord d'Aix-la-Chapelle, le bassin de la Wurm. Plusieurs solutions de continuité affectent ce bassin dans son développement en direction, notamment près de Namur, par un relèvement du calcaire carbonifère formant la Selle de Samson. Un autre accident du même genre se produit dans les environs de Bleyberg — à la frontière belge-allemande ; plus loin, au delà d'Aix-la-Chapelle, la continuité du dépôt est encore interrompue par une série de failles. En coupe transversale, cette formation houillère présente des couches en plateures dans son versant nord, avec inclinaison moyennement faible vers le midi ; au centre du bassin, des ondulations affectent les couches et s'accentuent dans le versant méridional où l'inclinaison se rapproche souvent de la verticale, parfois même avec renversement. Des failles nombreuses, avec rejets importants, viennent y compliquer l'allure du gisement en même temps que son exploitation.

Tels sont les caractères généraux du bassin du sud de la Belgique où l'on rencontre des houilles de nature très variée, depuis les charbons anthraciteux jusqu'aux charbons à gaz.

Quelles peuvent être les relations de ce bassin avec celui de la Campine ?

II

Nous disions plus haut que le bassin Wallon est borné au nord par l'affleurement, sous une inclinaison relativement faible, de terrains sous-jacents appartenant au

groupe primaire : le calcaire carbonifère et le dévonien, ce dernier reposant en stratification discordante sur le massif silurien du Brabant.

Il ne paraît pas possible de relier, sur le territoire belge, le bassin Campinien avec le bassin Wallon; mais il est maintenant prouvé que l'écartement entre le bord sud du nouveau et le bord nord de l'ancien bassin augmente en allant vers l'ouest et diminue vers l'est ; ils sont séparés par le massif silurien du Brabant et les autres terrains primaires dont il vient d'être question. Ce massif silurien affleure, comme on le sait, en différents points du centre de la Belgique, formant, d'après d'Omalius, « comme les sommités d'un ancien monde enseveli sous des dépôts plus nouveaux ». Il constitue une sorte de promontoire qui s'enfonce vers Aix-la-Chapelle, permettant ainsi aux deux bassins Belges de se rapprocher à l'est pour se prolonger ensuite côte à côte à travers la région westphalienne, après avoir formé les bassins de la Wurm et du Limbourg hollandais.

Ce raccordement ne paraît plus guère douteux actuellement ; pour mieux nous en rendre compte, il est utile de résumer d'abord la description et les caractères du vaste bassin Westphalien, dont la richesse houillère paraît inépuisable.

On sait qu'il est constitué par une série d'ondulations qui prennent naissance au sud sur les rives de la Ruhr, où l'on voit affleurer les strates du terrain houiller. Ces ondulations se développent en s'enfonçant vers le nord, formant une série de bassins secondaires dont la profondeur va en augmentant. La surface du terrain houiller s'incline également de ce côté, avec une faible pente, laissant s'accumuler une épaisseur de plus en plus grande de morts-terrains ; celle-ci atteint dans la région de la Lippe près de 800 mètres et est constituée par des assises tertiaires et crétacées. On rencontre aussi le permien à Wesel, sur la rive gauche du Rhin.

La série des bassins Westphaliens comprend, en commençant par le sud :

1° Le bassin de Witten, peu profond, où l'on voit les couches maigres affleurer à la surface, et qui présente des plissements analogues à ceux qui affectent l'ancien bassin Belge ;

2° Le bassin de Bochum-Dortmund, beaucoup plus régulier, où se rencontrent les couches de charbons gras. Les morts-terrains apparaissent suivant une ligne est-ouest dans l'étendue de ce bassin ;

3° Le bassin d'Essen, présentant aussi une grande régularité dans l'ensemble ; des couches à gaz existent dans la partie supérieure ;

4° Le bassin de l'Emscher dont la zone des couches à gaz devient de plus en plus puissante en même temps que l'on voit augmenter leur teneur en matières volatiles ;

5° Le bassin de la Lippe, rencontré par des sondages sous des épaisseurs de morts-terrains variant de 600 à 800 mètres et qui n'est encore l'objet d'aucune exploitation.

Les zones du bassin houiller Westphalien comprennent, en commençant par la série inférieure :

1° Zone des charbons maigres : puissance 1050 mètres. — Richesse en charbon : 1 p. c. ;

2° Zone des charbons gras : puissance 698 mètres. — Richesse en charbon : 3,77 p. c. ;

3° Zone des charbons gras à gaz : puissance 247 mètres. — Richesse en charbon : 3,4 p. c. ;

4° Zone des charbons secs à longue flamme : puissance 830 mètres. — Richesse en charbon : 4 p. c

Moyenne générale de richesse : 2,5 p. c. — Les chiffres fournis par les sondages de la Campine sont bien voisins de ceux du bassin Westphalien (1).

La surface de contact des terrains houillers avec les

(1) A. Habets, *Communication à la Société géologique de Belgique*. Décembre 1902.

terrains de recouvrement est très régulièrement inclinée vers le nord, sauf dans les environs de Wesel, où elle est fortement ravinée. Les morts-terrains sont composés d'assises tertiaires et crétacées.

Dans cette nomenclature, le bassin de Witten correspond au bassin de la Wurm, qui se continue vers Liége et le Hainaut. Le bassin du Limbourg hollandais, reconnu par de nombreux sondages et exploité actuellement dans plusieurs concessions, se relie à celui de Bochum avec lequel il présente une grande analogie d'allure.

Le nouveau bassin Belge serait la continuation vers l'ouest du bassin d'Essen. En effet, on constate que les couches recoupées par les sondages de la Campine accusent en divers points des teneurs en matières volatiles atteignant près de 45 p.c., alors que celles du Limbourg hollandais n'accusent guère plus de 35 p. c. Il en résulte que les premières occuperaient un niveau plus élevé dans la série houillère. Le bassin Belge aurait donc une épaisseur plus grande et plus d'étendue que le bassin Hollandais.

La cause de ce fait pourrait se trouver, d'après M. Stainier, dans l'existence d'une « faille normale transverse presque parallèle au cours de la Meuse et qui passerait un peu à l'ouest des deux sondages de Lanaeken et d'Eelen (1) ». Quoi qu'il en soit, la correspondance du bassin Westphalien avec le houiller Campinien de Belgique n'est pas douteuse. Ainsi sont confirmées les vues qu'émettaient à ce sujet, il y a plus de vingt-cinq ans, M. le professeur Lambert d'abord (2), et peu après

(1) Stainier, BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, 1902, fascicules II-III. — D'après le même géologue, un promontoire de roches antéhouillères passant dans la région de Lanaeken et se prolongeant vers le nord-est-nord séparerait le bassin du Limbourg belge de celui du Limbourg hollandais. La liaison entre les deux bassins ne pourrait se faire que par une bande houillère, qui contournerait vers le nord l'extrémité de ce relèvement. Stainier, *loc. cit.*

(2) G. Lambert, *Rapport sur le nouveau Bassin houiller découvert dans le Limbourg hollandais* (1876). — Réédité en 1902.

M. André Dumont, son élève et son successeur à la chaire d'exploitation des mines de l'Université de Louvain (1).

Les résultats fournis par plusieurs sondages récents, comparés à ceux de Lanaeken et du sondage plus ancien de Nieuwerkerken près St-Trond, permettent de jalonner d'une manière approximative la direction du bord sud du bassin houiller Campinien. Il viendrait affleurer sous les morts-terrains dans les environs de Lanaeken, se dirigerait à l'ouest vers la région de Hasselt, prenant de là une direction ouest-nord-ouest pour passer à quelques kilomètres au nord-est de la ville d'Anvers. Quant à la partie du bassin située plus au nord, il est à présumer qu'elle se développe même au delà de la frontière belge avec une épaisseur croissante de terrains de recouvrement.

Des considérations qui précèdent, il semble résulter que le nouveau bassin Belge aurait la même origine primitive que notre bassin Wallon. Ils seraient dus à la même formation carbonifère, bien que séparés, après l'époque primaire, par des phénomènes de soulèvement suivis d'érosions violentes, auxquelles ont succédé les dépôts de la période crétacée. Mais le bassin Wallon aurait été beaucoup plus affecté que son congénère par les phénomènes de dynamique interne qui ont si profondément bouleversé les dépôts de l'époque primaire. Les espèces fossiles trouvées dans les carottes de sondages effectués à travers les faisceaux demi-gras et à gaz semblent se rapporter à celles que l'on rencontre dans les zones moyenne et supérieure du bassin Westphalien ; les espèces provenant d'un sondage dans la partie inférieure du terrain houiller se rapportent aux parties supérieures et moyennes de notre ancien bassin.

Les sondages effectués jusqu'ici dans le Limbourg belge et la province d'Anvers indiquent une grande régularité des couches avec une faible inclinaison. Est-ce à dire

(1) A. Dumont, *Notice sur le nouveau Bassin du Limbourg hollandais* (1877). — Rééditée en 1902.

qu'on n'y rencontrera pas de dérangements, tels que failles, plissements, etc.? Il serait très étonnant que cette partie de la formation houillère n'eût pas subi une certaine répercussion du dynamisme postprimaire. Nous serons mieux fixés à ce sujet lorsque nous posséderons les différentes coupes de sondages qui donneront lieu à une étude comparative de la composition du gisement en différents points. Les futurs travaux d'exploitation viendront ensuite, au fur et à mesure de leur développement, fournir des renseignements plus complets en permettant d'établir avec précision la synonymie des couches.

Le prolongement du bassin Franco-Belge vers l'Angleterre et son raccordement avec celui du Pays de Galles, incitent à examiner la corrélation qui pourrait exister entre le nouveau bassin Belge et les autres bassins Anglais.

On sait que l'Angleterre possède quatre grands districts houillers principaux ; ce sont, en partant du sud :

1° Le sud du Pays de Galles ;

2° Le centre de l'Angleterre, comprenant plusieurs bassins secondaires, tels que ceux de Staffordshire, Yorkshire, Derbyshire, Lancashire ;

3° Le nord de l'Angleterre, où l'on rencontre les bassins de Cumberland et Northumberland-Durham ;

4° Les bassins d'Écosse.

Ces quatre régions sont constituées par quatre grands plis synclinaux, séparés par des anticlinaux correspondants. C'est le second synclinal, dans lequel sont déposés les bassins du centre, qui correspondrait, selon M. le professeur Stainier, au bassin du nord de la Belgique, se reliant, par l'intermédiaire de celui-ci, au bassin Westphalien (1).

A l'appui de sa thèse, l'éminent géologue qui s'est consacré tout spécialement à l'étude des terrains houillers, fait valoir des arguments paléontologiques et stratigraphiques.

(1) Stainier, *loc. cit.*

Ils paraissent concluants, malgré l'énorme solution de continuité qui sépare la Campine belge du bassin de Yorkshire-Derbyshire.

Les bassins du centre de l'Angleterre sont extrêmement remarquables sous le rapport de l'étendue et de la production, aussi bien que par la régularité et la puissance des couches ; on y trouve notamment la fameuse couche Cannel Coal, qui donne un rendement en gaz très élevé.

III

Après ces considérations, relatives à la géologie du gisement houiller Campinien, il nous paraît intéressant de jeter un coup d'œil sur l'histoire de cette découverte, qui certes marquera dans les annales industrielles de notre pays.

Dès le début de nos exploitations houillères, les travaux furent limités aux affleurements que l'on rencontrait en différents points de la province de Liége et du Hainaut. Ils gagnèrent lentement en profondeur, en même temps qu'ils prenaient de l'extension.

Les progrès de la consommation, pour le chauffage domestique et surtout pour la production de la vapeur et les besoins de la métallurgie, amenèrent les exploitants à développer l'importance de leurs travaux d'extraction et à les étendre sous des terrains postérieurs à la formation houillère. On les vit même en certains points de la lisière méridionale du bassin Franco-Belge, pénétrer jusque sous des terrains plus anciens qui recouvrent une partie du houiller, grâce à un complexe de failles de refoulement.

L'exploitation de la houille prit naissance et se developpa de la même manière dans les autres pays producteurs de l'Europe occidentale : l'Allemagne, la France et l'Angleterre.

Les profits alléchants attribués à cette industrie, aussi bien que les besoins toujours croissants de la consommation, provoquèrent l'initiative des ingénieurs et des géologues. Le concours des uns et des autres, en vue de rechercher de nouvelles richesses houillères, donna lieu à des entreprises de sondages et de creusements de puits, dans des régions où rien n'indiquait à première vue, d'après les terrains superficiels, la présence de gisements houillers. La Westphalie surtout marcha rapidement dans cette voie, et cette émulation s'étendit au Pas-de-Calais. On vit bientôt dans ces régions s'installer des charbonnages puissament outillés, capables de faire face à des chiffres de production inconnus jusqu'alors et de déhouiller de vastes champs d'exploitation.

Les découvertes successives effectuées dans la région Westphalienne et dans celle de la Wurm, appelèrent l'attention des géologues belges sur l'idée du développement du bassin de Liége au delà des limites que semblaient lui assigner, au nord, les affleurements du calcaire carbonifère. Des études et des recherches par puits et sondages furent entreprises dans cette direction, notamment à Villers-Saint-Siméon, Heure-le-Romain, Haccourt, à l'ouest du massif calcaire de Visé, sans donner toutefois de résultats bien concluants. Ils étaient cependant de nature à encourager des reconnaissances en des points situés plus au nord. Cette indication concordait avec celle d'autres recherches effectuées vers la même époque (1856) au sud du Limbourg hollandais, notamment à Mheer, Bomerg, Epen, etc. On était trop au sud. C'est ce que comprirent les ingénieurs qui, un peu plus tard, vers 1873, reprirent ces recherches en débutant par un sondage, suivi bientôt de trois autres, dans une région située beaucoup plus au nord que les précédentes, aux environs de Heerlen (Limbourg hollandais). Ces sondages furent couronnés de succès : ils atteignirent le terrain houiller exploitable, à des profondeurs variant de 104 à 239 mètres. Les morts-

terrains traversés appartenaient au tertiaire et au crétacé, ce dernier représentant 236 mètres d'épaisseur au sondage le plus profond.

Un rapport de M. G. Lambert, datant de 1876, relève les différents points intéressants de cette découverte et conclut à l'extension de ce gisement houiller vers le nord, sa correspondance avec le bassin Westphalien et son extension probable dans le Limbourg belge. Peu de temps après, dans un mémoire datant de 1877, M. André Dumont décrit les nouvelles recherches effectuées dans le Limbourg hollandais, dont les résultats permettent de « constater la présence de plusieurs couches de houille sur un espace de quatre lieues carrées ». Il établit la valeur et l'importance du nouveau bassin, en même temps que sa liaison probable avec celui de la Ruhr et ceux du centre de l'Angleterre. Il estime, avec M. G. Lambert, que le gisement houiller du Limbourg s'étend sous les formations plus récentes du nord de la Belgique. Les travaux et les études effectués dans ces derniers temps ont confirmé la thèse de ces éminents ingénieurs (1).

D'abord le sondage de Lanaeken, foré au nord de Maestricht par M. J. Urban, vint apporter des données de la plus haute importance, qui semblaient indiquer l'existence d'un bassin à l'ouest d'une ligne reliant Visé et Lanaeken ; on avait rencontré en ce point le terrain houiller et le calcaire carbonifère. Plusieurs géologues, notamment M. X. Stainier, de la Commission de la carte géologique, ainsi que les professeurs Lhoest et Habets, de l'Université de Liége, préconisèrent de nouvelles recherches dans ce sens en exprimant le désir de voir le gouvernement s'en occuper de manière à assurer à cette

(1) Le bassin du Limbourg hollandais a été reconnu par 70 sondages répartis sur une superficie de 200 kilomètres carrés, comprise entre la mine domaniale de Kerkrade et la ville de Sittard. Plusieurs puits sont en exploitation, d'autres en fonçage (Voir A. Habets, REVUE UNIVERSELLE DES MINES, novembre 1901).

étude toutes les garanties scientifiques désirables (1). Sur ces entrefaites, M. André Dumont, se basant sans doute sur les résultats des recherches effectuées dans le Limbourg hollandais, entreprit un sondage en un point situé beaucoup plus au nord que celui dont il vient d'être question : le sondage de Eelen, au sud de Maeseyck, à 20 kilomètres de Lanaeken. Après avoir traversé une épaisseur considérable de morts-terrains appartenant au tertiaire et au crétacé, le travail fut arrêté par suite d'un accident à la profondeur de 888 mètres, dans des grès rouges, qui semblent appartenir au terrain permien.

Cet échec ne découragea pas M. Dumont ni les vaillants pionniers qu'il avait associés à son entreprise. Bientôt après ils plantent une nouvelle baraque de sondage à Asch, en plein centre de la Campine limbourgeoise, à 15 kilomètres au sud-ouest d'Eelen et à mi-chemin à peu près, suivant la méridienne, de la distance qui sépare cette localité de Lanaeken. Là, un brillant succès vint couronner leurs efforts : à 530 mètres ils rencontrent le terrain houiller et bientôt des couches de charbon dont la composition et la régularité prouvent que l'on est entré dans un bassin important.

Nous avons dit plus haut, la suite qui fut donnée à cette découverte ; elle produisit une vive émotion parmi les géologues, les ingénieurs et les industriels de Belgique et des pays voisins. Qu'il nous soit permis de rendre hommage ici à l'intelligente et audacieuse initiative de notre distingué collègue de la Société scientifique, M. le professeur Dumont. Sa foi dans le succès final a procuré à notre pays une découverte pleine de promesses pour l'avenir. Son illustre père, dont il porte dignement le nom, avait créé avec d'Omalius d'Halloy, la Géologie de la Belgique. « Noblesse oblige ». Le fils aura aussi son nom écrit avec honneur dans les annales scientifiques et industrielles de la Belgique.

(1) Annales de la Société géologique de Belgique, mai 1899. Voir Revue des Questions scientifiques, octobre 1899, p. 692.

IV

Il reste maintenant à mettre en valeur ce dépôt du précieux combustible enfoui sous des épaisseurs considérables de morts-terrains. Si la science de nos géologues s'est exercée avec succès dans les différentes phases qui les ont conduits à cette brillante découverte, c'est maintenant à la science de nos ingénieurs des mines qu'il appartient de lui faire donner ses fruits. Ils ne se dissimulent pas qu'ils rencontreront parfois des difficultés très grandes dans le fonçage des puits à travers des terrains ébouleux et aquifères tels que ceux des assises tertiaires. Mais ils ont donné assez de preuves de science, de ténacité et d'énergie, pour que l'on puisse affirmer qu'ils sauront aborder de front tous les obstacles et les surmonter victorieusement.

Les sondages dont nous avons parlé plus haut ont surtout visé la rapidité de l'avancement, dans le but d'acquérir le droit de préférence que la législation accorde à l'inventeur pour l'obtention des concessions, lorsqu'il prouve, par des travaux de reconnaissance, que des couches de houille exploitables gisent dans le périmètre de la concession sollicitée. Les systèmes de forage qui ont été employés pour la traversée des morts-terrains, comprennent généralement le battage au trépan à grande vitesse (plus de 100 coups par minute); un courant d'eau injecté au fond du trou par une tige creuse, évacue, à la surface, les débris pulvérulents, au fur et à mesure qu'ils se produisent. On atteint ainsi des avancements très rapides, jusque cent mètres par vingt-quatre heures. Mais on conçoit que les échantillons des roches traversées par ce procédé ne permettent guère d'en faire la détermination d'une manière précise et certaine, les caractères paléontologiques et pétrographiques étant fortement altérés.

Avant donc d'étudier les systèmes de fonçage de puits qu'il conviendra d'employer, il y aura lieu de procéder à

de nouveaux sondages plus scientifiquement conduits, au point de vue de la détermination des terrains à traverser, et des difficultés de diverses natures qu'ils pourront présenter.

Ces renseignements recueillis, plusieurs procédés déjà appliqués à d'autres fonçages du même genre, bien que moins profonds, seront à examiner ; ils se classent en deux groupes :

1° Le creusement des puits à travers les morts-terrains ébouleux et aquifères avec épuisement ;

2° Le creusement des puits dans les terrains aquifères sans épuisement.

Chacun de ces groupes comprend plusieurs procédés, modifiés selon les circonstances et les difficultés que l'on peut prévoir d'après des sondages préalables. On peut citer notamment, pour la traversée des morts-terrains aquifères d'une certaine épaisseur, le procédé Kind-Chaudron à niveau plein et le procédé Poetsch par la congélation. Ils ont fait plus d'une fois leurs preuves l'un et l'autre dans des circonstances difficiles où les ingénieurs ont eu l'occasion d'y apporter certains perfectionnements. Vraisemblablement ils devront être modifiés encore pour s'adapter aux difficultés spéciales que comportera la traversée des morts-terrains du Limbourg, vu leur grande épaisseur.

Quant à la nature de ces terrains de recouvrement, on sait jusqu'ici qu'ils se composent, en partant de la surface, de sables tertiaires aquifères dont l'épaisseur ne dépasse guère 200 mètres et que l'on pourra traverser par le procédé de la congélation ; puis d'assises puissantes argileuses dont la traversée ne semble pas devoir présenter de difficultés, et sous lesquelles on rencontre, en certains sondages, un second niveau aquifère assez inquiétant. Des assises de marnes très compactes recouvrent immédiatement le terrain houiller, formant comme un manteau imperméable qui semble devoir mettre les futures exploi-

tations à l'abri de l'infiltration des eaux superficielles et de celles que renferment les terrains aquifères superposés(1).

Mais il ne suffit pas de creuser les puits et de les garnir de revêtements étanches et solides. Il faut aussi les munir des engins d'extraction, d'exhaure et d'aérage qui permettent de créer et d'entretenir le mouvement et la vie dans la cité souterraine où des centaines de mineurs arracheront aux entrailles du sol ces blocs noirs qui constituent le « pain de l'industrie ».

Ici encore des préoccupations surgissent, qui se rapportent aux moyens d'extraction à grande profondeur, à l'épuisement des eaux si celles-ci viennent à s'infiltrer à la faveur de failles, d'affaissements, ou d'autres causes ; enfin aux conditions physiologiques du travail des mineurs là où une température élevée peut créer de sérieuses difficultés.

Mais ce n'est pas d'aujourd'hui que ces préoccupations hantent l'esprit des ingénieurs des mines. Elles ont fait l'objet de plusieurs rapports intéressants au Congrès des Mines, lors de la dernière exposition de Paris. Nous en avons donné le compte rendu dans cette Revue (2). Déjà nos ingénieurs sont armés en prévision de cette lutte. La profondeur de 1500 mètres paraît accessible aux conditions physiologiques du travail humain, moyennant une ventilation très active que nos machines modernes permettent de produire ; et quant aux moyens d'extraction et d'exhaure, il n'y a pas de doute que nous puissions y atteindre également (3).

Étant données la richesse et la régularité des couches du bassin Campinien, on peut dire qu' « il passera encore

(1) D'après une communication de M. Forir à la Société géologique de Belgique. Décembre 1902.

(2) Revue des Questions scientifiques, avril 1901, pp. 666 et 670.

(3) On a pu voir à l'Exposition industrielle de 1902, à Dusseldorf, la machine d'extraction Tomson permettant d'extraire une charge utile de 2200 kilogrammes, de la profondeur de 1200 mètres. L'un des sièges du Charbonnage des Produits (Mons) exploite actuellement à 1150 mètres de profondeur.

beaucoup d'eau sous le moulin » avant qu'on ait à descendre au-dessous du niveau de 1500 mètres. D'ici là, on aura le temps de perfectionner les moyens d'accès vers le centre de la terre. « Nécessité est mère de l'industrie » et nos descendants, qui ne seront sans doute pas moins industrieux que nous, trouveront les moyens de se tirer d'affaire.

Quant à la question du grisou, que certains considèrent comme s'aggravant avec la profondeur plus grande lorsqu'à la température élevée s'ajoute la nature gazeuse des couches, il convient de remarquer que le danger n'augmente pas toujours proportionnellement à la teneur de ces couches en matières volatiles. Il y a un coefficient important qui dépend de la régularité plus ou moins grande du gisement et il est notoire que généralement le dégagement de grisou est moins intense là où les couches sont moins dérangées par les plissements, failles et autres accidents ; il semble, *à priori*, que les conditions du bassin Campinien soient plutôt favorables sous ce rapport, et la lutte contre le grisou a d'ailleurs fait de remarquables progrès dans ces dernières années.

Faut-il, dès maintenant, parler de la main-d'œuvre ? — Il ne viendra sans doute à l'esprit de personne que les populations flamandes de la Campine ne puissent s'acclimater aux travaux de l'exploitation houillère. Certes une période d'apprentissage sera nécessaire ; mais il faudra aussi un temps assez long pour creuser les puits, installer les sièges d'extraction et tous les services auxiliaires qu'ils comportent. Peut-être y aura-t-il, au début des exploitations, une exode vers le Limbourg, de mineurs wallons et d'ouvriers des autres provinces ; mais les bras ne manqueront pas. La population de la Belgique suit une marche ascendante, et la houille de la Campine sera pour notre pays un bienfait de la Providence. En lui ménageant ces nouvelles ressources industrielles, elle lui permettra d'occuper le nombre croissant de ses travailleurs et d'augmenter leur bien-être.

Devons-nous aussi envisager dès aujourd'hui la question des débouchés par où s'écouleront les quantités énormes de charbon que pourront produire les futures houillères de la Campine ? Les sièges d'exploitation que l'on y créera devront évidemment, étant donnés les frais considérables nécessaires à leur installation, atteindre des chiffres élevés d'extraction, et rivaliser sous ce rapport avec ceux de la Westphalie, dont on connaît toute l'importance. Ces sièges devront être doubles, chacun des deux puits servant à l'extraction du charbon, et munis de machines puissantes.

La production annuelle des bassins de Liége et du Hainaut ne dépasse pas 22 millions de tonnes ; seule l'année 1900, exceptionnellement favorable, a atteint brusquement près de 23 500 000 tonnes. Bien que suivant une courbe ascendante, elle ne paraît guère pouvoir dépasser beaucoup ce dernier chiffre, qui est relativement faible en comparaison de la production totale des autres bassins concurrents de l'Allemagne, de la France et de l'Angleterre. Au contraire, la production houillère de l'ancien bassin Belge est plutôt appelée à décroître (1). Les exploitations de la Campine pourront compenser et bien au delà ce déficit éventuel, et faire face aux besoins toujours croissants de la consommation. Celle-ci s'étend de plus en plus dans tous les pays et dans toutes les industries, les chemins de fer, la navigation, etc... La courbe de la consommation belge notamment a monté jusqu'ici à peu près parallèlement à celle de la production indigène.

La situation géographique de la Campine permettra d'y développer le réseau de canaux et de chemins de fer qui relieront les houillères à notre métropole commerciale. Anvers est donc appelée à devenir, beaucoup plus qu'elle

(1) « L'exploitation de notre vieux bassin houiller approche donc d'un maximum de production. Certes l'époque de cet apogée que suivra la décadence est encore éloignée ; mais cette éventualité ne s'en annonce pas moins » (ANNALES DES MINES DE BELGIQUE, 1901, 4e livraison).

ne l'est maintenant, un centre important pour l'exportation du charbon, aussi bien qu'un centre industriel intense. Ce sera sans doute une des conséquences de la découverte du nouveau gisement houiller, et la question de la création d'une marine marchande prendra nécessairement une importance de plus en plus grande (1).

Nous ne devons pas nous dissimuler cependant que la lutte commerciale sera rude entre les houilles de la Campine et celles d'Allemagne et d'Angleterre, lorsque les exploitants de notre nouveau bassin se seront mis en mesure de faire produire au gisement tout ce que promet sa richesse charbonnière. Mais dans cette lutte les Belges sauront apporter l'esprit d'initiative et l'énergie qu'ils ont toujours su déployer sur tous les terrains où leur activité a été appelée à s'exercer.

V

Il nous paraît utile d'envisager très sommairement les conditions légales sous lesquelles pourrait être placée la mise en valeur industrielle du nouveau bassin du Limbourg.

La loi de 1810, modifiée par la loi de 1837, a régi jusqu'ici l'exploitation houillère de la Belgique. On doit reconnaître que ces lois ont été favorables au développement de notre production charbonnière et, du même coup,

(1) « Notre industrie, profitant de ces nouvelles richesses minérales, pourrait prendre, à côté des autres nations qui se disputent l'empire des mers, une situation modeste, mais utile et profitable. » Réponse du Roi à la délégation du Sénat, 1er janvier 1903.

« La Belgique a d'admirables ressources naturelles. On vient de découvrir un trésor : des mines de charbon dans la Campine. Je souhaite que ce trésor soit mis à profit le plus tôt possible et ne perdons pas de vue que, d'autre part, alors que partout les frontières se resserrent, nous avons du côté de la mer une frontière admirable, et notre belle côte pourrait être utilisée pour l'organisation de l'exportation de nos nouvelles richesses houillères. » Réponse du Roi à la délégation de la Chambre des Représentants.

aux autres industries qui ont pris un si remarquable développement.

Nous nous bornerons à en résumer quelques points principaux. D'après la loi de 1810, l'acte de concession sépare la mine concédée du sol où elle est enfouie, et l'érige en une propriété spéciale, véritable et perpétuelle. Jusqu'à l'acte de concession, la propriété de la mine est confondue avec celle du sol. La concession de la mine les sépare en deux propriétés distinctes. Le rapport du comte Girardin au Corps législatif, expose que « le caractère de propriété aura l'avantage inappréciable de donner aux exploitants, cet esprit de prévoyance, de conservation et de perfectionnement qui semble appartenir exclusivement aux propriétaires » (1).

Mais à qui l'État concédera-t-il la mine ? Au propriétaire du sol ou à l'inventeur ; à celui qui détient la superficie ou à celui qui a prouvé par des études et des travaux de recherches, parfois très laborieux et très onéreux, que sous le sol gît une richesse minérale exploitable ?

En principe, c'est le propriétaire de la surface qui a le droit de préférence, du moment qu'il possède les moyens nécessaires pour exploiter la mine d'une manière utile et conforme à l'intérêt général; il doit donc justifier *des facultés nécessaires pour entreprendre et conduire les travaux d'exploitation* de la manière prescrite par la loi. Néanmoins le gouvernement pourra, de l'avis du Conseil des Mines, s'écarter de cette règle dans les cas où les propriétaires de la surface se trouveraient en concurrence avec l'inventeur. Dans le cas où l'inventeur n'obtient pas la concession de la mine, il a droit, de la part du concessionnaire, à une indemnité qui sera réglée par l'acte de concession (Loi de 1837, art. 11). « La recherche des mines doit être puissamment encouragée pour qu'on s'y livre avec ardeur, malgré les dépenses qu'elle nécessite

(1) Bury, *Traite de la Législation des Mines.*

et les mauvaises chances qu'elle présente; au surplus, celui dont l'intelligente activité arrache au sein de la terre le secret de ses richesses, en est comme le producteur (1). »

Les demandes de concession des mines de houille sont soumises aux délibérations du Conseil des Mines et celles-ci à l'approbation du Roi. Aucune concession ne peut être accordée contre l'avis du Conseil (Loi du 2 mai 1837, art. 7).

Ce court exposé montre quel est l'esprit de la loi de 1810, quant à la nature de la propriété de la mine et quant aux droits respectifs des propriétaires de la surface et des inventeurs.

Cette loi traite aussi des redevances dues à l'État par le concessionnaire : redevance fixe d'après la superficie de la concession, et redevance proportionnelle, consistant dans une quotité du produit de l'exploitation ; de plus, l'acte de concession réserve les droits des propriétaires de la surface, sur le produit des mines concédées. Enfin la loi de 1810 et ses compléments ultérieurs règlent la police des mines, tant au point de vue de la sécurité du personnel occupé aux travaux, qu'à celui de la conservation des édifices de la surface et de la sûreté du sol.

La loi de 1837, en y apportant quelques modifications, n'a dénaturé ni l'esprit ni les principes essentiels de celle de 1810. Elle a visé surtout à établir d'une manière plus précise les droits des propriétaires de la surface.

Quelle sera la législation qui viendra régir les futures exploitations du Limbourg ?

Plusieurs projets ont vu le jour en ces derniers temps et seront prochainement débattus au sein de nos Chambres législatives. L'un d'eux préconise l'incorporation de toutes les mines, non concédées jusqu'ici, au domaine public de l'État; un autre tend à réserver à celui-ci deux grandes zones transversales du gisement, l'une dans la province de

(1) Bury, *Législation des Mines*, t. 1, chap. VIII, § 5.

Limbourg, l'autre dans la province d'Anvers ; un troisième estime que l'État aurait avantage à conserver un domaine minier pour « sa propre et très importante consommation de combustible et même pour pouvoir, au besoin, pondérer le marché national de la houille, livré jusqu'ici à l'exploitation privée des charbonnages concédés » (1). Ces trois projets tendent à faire intervenir l'État comme exploitant, soit pour la totalité, soit pour une partie du gisement houiller de la Campine. Enfin d'autres systèmes encore ont été préconisés tout récemment, celui-ci notamment : l'État resterait propriétaire des gisements et affermerait le droit d'exploitation.

Il n'entre pas dans le cadre de notre étude d'en faire actuellement l'analyse et la critique. Nous nous réservons d'y revenir. Bornons-nous à dire que, de l'avis de beaucoup d'hommes compétents, l'État serait un mauvais exploitant, en matière d'industrie houillère plus encore qu'en tout autre genre d'industrie, et que d'autre part il serait nuisible de toucher aux principes essentiels qui ont guidé les législateurs de 1810. Certes, cette législation est perfectible et des modifications utiles peuvent y être apportées ; mais elle a pour fondement le respect de la propriété privée, aussi bien que des droits légitimes des inventeurs, et elle est favorable, quoi qu'on en dise, a l'intérêt public. Ces principes doivent être maintenus ; c'est aussi l'avis de juristes éminents (2).

On comprend que le droit romain et les anciennes législations se soient accordés pour attribuer la propriété des

(1) Harzé, *Des mines domaniales en perspective dans le nord de la Belgique.* A l'heure actuelle une vingtaine de demandes en concession ont été déposées. Elles représentent au total environ 40 000 hectares de superficie, soit 2000 hectares en moyenne par concession.

(2) Notamment de M. Woeste, Ministre d'État : Discours à la Chambre des Représentants, 17 décembre 1902 ; de M. Dupont, Président du Conseil des Mines : Discours au Roi, 1er janvier 1903.

« Il ne faut pas que par des liens maladroits on entrave l'action de l'industrie. Gardons-nous de paralyser les forces industrielles qui font la fortune du pays. » Réponse du Roi au discours de M. Dupont.

mines à l'État. Pareils errements ne se justifieraient plus dans la législation d'un État moderne et particulièrement en Belgique, où l'initiative privée et les capitaux ne manquent pas et ne demandent qu'à s'employer. Les enrayer ou les décourager serait contrarier le développement de notre industrie houillère et aller à l'encontre des intérêts du pays.

VICTOR LAMBIOTTE,
Ingénieur des Mines.

LE

DOCTEUR ACHILLE DUMONT

La Société scientifique vient de perdre un de ses plus fidèles et de ses plus anciens serviteurs : le Dr Achille Dumont s'est éteint le 28 novembre dernier après de longs mois de cruelles souffrances. Si elle lui doit le tribut de ses regrets et de ses hommages reconnaissants, elle se doit à elle-même de retracer dans cette Revue à laquelle il a collaboré si longtemps et d'une manière si distinguée, la carrière de cet homme de mérite et de cet homme de bien.

Achille Dumont naquit à Leuze le 8 mai 1850. Son père, médecin instruit et estimé, lui inspira, avec le goût de la carrière médicale, ces habitudes de travail qui furent une des caractéristiques de cette féconde mais trop courte existence ; c'est à ce foyer paisible et sur les genoux d'une mère chrétienne, qu'il puisa l'inspiration des fortes vertus et surtout de cette foi religieuse solide et éclairée qu'il conserva intacte et qu'il pratiqua toujours sans défaillance.

Il reçut, du reste, une éducation aussi intelligente que soignée ; après des études primaires au collège de sa ville natale, il fit ses humanités avec le plus grand succès au petit séminaire de Bonne-Espérance ; mais c'est surtout à l'Université catholique de Louvain qu'il donna la mesure de ce qu'on pouvait attendre de lui. Ses anciens compagnons n'ont pas perdu le souvenir de ses triomphes : il subit les deux premiers examens de doctorat en médecine

« avec la plus grande distinction », et le diplôme de docteur en médecine lui fut conféré par acclamation du jury, sans délibération (1).

La Faculté de médecine de Louvain possédait alors, parmi ses professeurs d'élite, un homme qui a jeté sur l'*Alma mater* le plus vif éclat : le professeur L. J. Hubert. Dumont devint son interne et son élève favori ; il se prit, au contact de ce maître éminent, d'une prédilection spéciale pour l'obstétrique et se forma à l'art difficile et délicat des accouchements, où il devait exceller plus tard. Ses études terminées, il alla passer huit mois à Paris pour fréquenter les hôpitaux et les cours, puis vint s'établir à Bruxelles en 1876.

Étranger dans cette grande ville où il ne rencontrait à son arrivée que quelques sympathies, dues à l'amitié de son vénéré maître, il dut certainement passer par des jours difficiles, par des moments propices à la lassitude et au découragement ; mais il n'était pas homme à reculer devant l'obstacle. Il nous semble le voir encore, dans son modeste appartement de l'Avenue de la Toison d'or, donnant déjà le meilleur de son activité et de son cœur à cette humble clientèle des débuts, qui paie le jeune praticien bien plus par l'expérience qu'elle lui donne que par l'or dont elle remplit sa bourse, et consacrant des loisirs qu'il ne trouvera bientôt plus, à combler les lacunes inévitables de l'enseignement universitaire.

Ses aptitudes professionnelles ne furent pas seules à lui conquérir une situation qui ne fit que grandir. L'aménité de son caractère, son inflexible droiture, son exquise bonté, une simplicité de bon aloi jointe à une modestie pleine de charme, eurent vite fait de lui amener de précieuses et solides relations. Aucun calcul humain ne lui suggéra jamais, cependant, de sacrifier à ses intérêts quoi que ce

(1) Nous empruntons ce fait et quelques autres encore à l'excellent discours qui fut prononcé le jour des funérailles, par M. le Dr Praet, de Bruxelles.

fût de ses chères croyances ; il était de ceux qui pensent que la meilleure de toutes les habiletés est encore la franchise, cette franchise chrétienne, également éloignée de la forfanterie et de la faiblesse, qui s'allie à une condescendance et à une pitié généreuse pour ceux qui errent ou qui tombent.

Obéissant aux instincts de son cœur compatissant, il s'était de bonne heure enrôlé dans la Conférence de Saint Vincent de Paul de sa paroisse, dont il fut toujours un membre modèle par sa scrupuleuse exactitude et son amour pour les pauvres, dans lesquels il voyait les membres souffrants de son Maître crucifié. Plus tard, il fit partie de la Congrégation de l'Annonciation de la Sainte-Vierge, où se trouve réunie l'élite des catholiques de la société bruxelloise.

Une chère et sûre boussole le guida dans ses premiers efforts à se frayer la voie ; ce n'était pas pour lui seul qu'il désirait, qu'il voulait parvenir : de bonne heure, il avait engagé son cœur, et il lui tardait de réaliser un rêve longtemps entrevu. Dès que le succès commença à lui sourire, il unit sa destinée à celle de la compagne d'élite qui fut le soutien de son labeur, le doux rayonnement de sa noble existence, le charme de ce foyer béni où nous n'avons jamais pénétré qu'avec un respect mêlé d'admiration.

Pour des âmes haut placées, la profession de médecin ne saurait avoir comme unique objectif le gain ou la satisfaction d'ambitions égoïstes, elle doit être et elle est avant tout une mission, on a été jusqu'à dire un sacerdoce. C'est bien ainsi que l'entendait notre ami ; il se souvenait des leçons et des exemples de ses maîtres, de celui auquel il avait voué le culte de la gratitude, et aussi du regretté professeur Lefebvre, ce grand médecin et ce grand chrétien auquel une plume savante et amie vient de consacrer, ici-même, des pages éloquentes et émues. Comme le recommandait Lefebvre à ses élèves, il avait su se « former

à l'éloquence », non pas à « cette éloquence destinée à réveiller les grands échos de la tribune », mais à « cette éloquence du tête-à-tête qui subjugue, qui entraîne un auditeur solitaire ». Il s'était fait — ou plutôt il avait toujours eu — « un cœur courageux et patient, un cœur doux et miséricordieux, un cœur dévoué et intrépide ». Il ne « s'appartenait plus », il était bien « un exproprié, un exproprié de son temps et de sa liberté », le « serviteur des serviteurs de tous ». Et comment réalisait-il cet idéal de l'abnégation et du sacrifice? En se laissant guider par les inspirations de la « charité », « c'est-à-dire de cet amour du prochain qui s'alimente au foyer des purs et forts amours, à l'amour de Dieu » (1).

Dumont comprenait le prix de la vie du corps, mais il estimait surtout l'âme qui l'habite ; il possédait aussi la notion vraie de la souffrance, ce problème insondable pour l'incroyant. La souffrance, nous la côtoyons tous les jours, et nous ne comprenons pas assez qu'elle est le tribut imposé à notre nature déchue, qu'elle est une précieuse source de mérites, qu'elle nous purifie, qu'elle nous grandit en nous rapprochant du sublime exemplaire du Calvaire!

Envisagé de ces sommets élevés, l'homme qui souffre est un être sacré qui appelle tous les ménagements, toutes les délicatesses, tous les dévouements. Ceux qui ont vu Dumont à l'œuvre savent avec quel respect et quelle bonté il approchait de ses chers malades ; plus d'un d'entre eux voyait à côté de l'homme de l'art, l'ami, le conseiller, le consolateur, et bien des fois, sans doute, généreux Samaritain, il eut à panser les plaies du cœur et les morsures des passions et à y verser l'huile et le vin de la charité.

Ce n'est pas que le praticien fût en arrière sur l'homme de foi ; tous ses confrères lui reconnaissaient — et deux

(1) *Ferdinand Lefebvre*, par le R. P. J. Thirion, S. J., REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, livraison d'octobre 1902, p. 381.

d'entre eux le proclamaient le jour de ses obsèques — un jugement sûr, un rare esprit d'observation servi par une conscience rigide, un grand sang-froid, une douceur et un tact exquis.

Un médecin aussi occupé que l'était Dumont n'avait guère le loisir ni le moyen de devenir ce qu'on appelle « un savant ». Ce rôle est réservé aux privilégiés qui occupent des chaires universitaires et disposent de services hospitaliers pourvus de toutes les ressources, personnel et matériel, propices à des études poursuivies et approfondies. Il possédait pourtant une science vraie et solide, qui se tenait au courant de tous les progrès. Un confrère qui appartient à une tout autre école, mais qui professait pour lui une profonde estime, lui rend ce témoignage : « Très intéressé par toutes les questions qui touchent à notre art, il lisait beaucoup, se renseignant avec curiosité sur toutes les nouvelles acquisitions de la science médicale et les appliquant avec discernement et succès chaque fois qu'il en avait l'occasion » (1).

Ce n'est pas tout de savoir beaucoup de choses et de les bien savoir — *multa et multum* — il faut encore être en mesure de développer ce qu'on a acquis dans une langue claire et correcte, selon les règles d'une saine exposition scientifique. Cette faculté, dont plus d'un savant est dépourvu, ne faisait pas défaut au Dr Dumont ; il avait le secret de la rédaction limpide et facile, bien française, sans recherche mais non sans élégance, concise sans obscurité, toujours vivante et intéressante. Son style reflétait bien l'esprit méthodique et réfléchi qui réglait toute sa conduite. Il savait admirablement relater un cas clinique, en décrire les phases de manière à reproduire exactement la physionomie de la maladie, et en faire ressortir les traits les plus saillants de nature à jeter quelque lumière sur des points peu élucidés ; il en déga-

(1) Journal médical de Bruxelles, 11 décembre 1902, p. 801.

geait ensuite des conclusions nettes, amenées par une rigoureuse logique, et qui portaient toujours avec elles leur enseignement.

D'autres fois, il résumait une question, de préférence du domaine de la thérapeutique ou de l'hygiène, et il la « mettait au point » redressant des errements trop acceptés, et établissant les lois vraiment rationnelles qui doivent guider le médecin éclairé et prudent.

Sans être volumineuse, l'œuvre de Dumont dépasse certainement de beaucoup la somme de travail que fournissent la plupart des praticiens occupés ; sa plume laborieuse nous réservait sans doute encore plus d'une production de choix.

C'est surtout à la Société scientifique de Bruxelles qu'il a réservé les trésors de son intelligence et de son activité, et il est temps de dire ici le rôle qu'il y a joué, dès son entrée dans la carrière médicale. En 1875, on le sait, quelques savants catholiques, sous l'égide et l'impulsion du regretté P. Carbonnelle, résolurent de fonder cette association dont le but, comme le proclament ses statuts, est de « favoriser l'avancement et la diffusion des sciences » mais, en même temps, d'affirmer et de démontrer l'alliance étroite qui doit unir et qui unit la science et la vérité religieuse. Le succès de cette tentative a bien prouvé combien elle répondait aux besoins du temps ; le groupement du début devint bientôt une phalange serrée où se trouvèrent réunis des savants et des travailleurs de marque, non seulement de la Belgique, mais de l'étranger.

Dès 1877 Dumont s'y faisait inscrire. Servir la science en servant sa foi, quel objectif pour sa nature croyante et laborieuse ! Non qu'il se crût de taille à figurer au premier rang parmi les hommes éminents qui ont appartenu à la Société, dès son berceau : sa modestie ne lui en suggéra pas un instant la pensée ou l'ambition ; mais il estimait qu'à côté de ces grands noms il y avait place pour des serviteurs plus humbles qui lui apporteraient la part, moins

brillante mais non moins précieuse, de leur savoir consciencieux et de leur travail mûri et fructueux. Et comme il n'était pas homme à assumer une tâche sans s'y consacrer tout entier, il resta jusqu'au bout, non seulement au début de sa carrière, mais aux jours où une clientèle exigeante le sollicitait de toutes parts et jusqu'à la veille de sa mort, le coopérateur ardent et zélé d'une œuvre qui avait toutes ses prédilections.

Ses confrères de la section de médecine eurent tôt l'intuition des services qu'il pouvait lui rendre ; ils lui confièrent le poste de secrétaire qu'il occupa depuis 1878 jusqu'en 1898, et certes, il ne trompa point leur attente. Il était bien l'homme qu'il fallait pour ce rôle ingrat ; il y voyait le moyen de se dévouer tout entier, sans se départir d'un effacement qu'il aimait. Pendant de longues années, il fut l'âme et la vie de cette petite académie, stimulant les travaux des apathiques ou des « trop occupés », dont aucun ne savait résister à ses sollicitations, ne se mettant lui-même en avant que quand l'ordre du jour n'était pas assez fourni et toujours, alors, nous offrant quelque communication intéressante, où la sincérité de l'exposition le disputait à la netteté et à la remarquable justesse des déductions. Aussi était-il écouté avec attention et jouissait-il d'une autorité dont il était seul à ne pas se rendre compte. Il prenait une part active aux discussions qui suivaient la lecture d'un travail, et quand paraissaient les Annales de la Société, on reconnaissait sans peine, dans les pages consacrées à la section de médecine, la plume de son actif et intelligent secrétaire ; c'est que nul ne savait, comme lui, résumer et condenser les manuscrits les plus touffus et les débats les plus compliqués.

Il ne possédait pas seulement le don de bien écrire, il savait aussi manier la parole avec une aisance parfaite, ne se payant pas de mots, et ne « s'écoutant pas parler », mais allant droit au but, et traduisant sa pensée dans un

langage précis, impeccable, toujours net et ferme mais toujours aussi d'une courtoisie irréprochable.

En avril 1879, il préludait à sa collaboration aux travaux de la IVe section par la lecture d'une étude sur les *résidences d'hiver pour tuberculeux*. Cette question était nouvelle à cette époque ; elle n'offre plus le même intérêt depuis que le traitement hygiénique rationnel des tuberculeux est mieux établi et plus exactement circonscrit. L'auteur semble déjà y pressentir l'influence de la *cure d'air*, admise aujourd'hui sans conteste parmi les armes de choix dans la lutte contre le fléau tuberculeux. « En quittant un climat qui ne lui est pas favorable, il (le tuberculeux) doit chercher une résidence qui lui permette de *vivre au grand air*... » L'influence favorable des cures à St-Moritz, Davos, etc., devait être attribuée à la « gymnastique respiratoire que déterminent ces lieux élevés », et qui vient contre-balancer les effets de « la vie sédentaire, qui maintient les lobes supérieurs du poumon dans une inertie relative, y provoquant l'apparition des tubercules ».

Dans la même séance, Dumont donnait également la relation d'un cas d'affection grave du cœur, guérie d'une manière inespérée et peu explicable.

Pendant la session d'octobre de la même année, le Dr Moeller, lui aussi membre distingué et dévoué de la Société scientifique, suscitait une discussion intéressante sur la *médication révulsive*. Le secrétaire de la section y prit part avec le professeur Verriest et d'autres membres. Comment agit le vésicatoire ? Quelles sont ses indications ? Sujet souvent débattu depuis des générations. Le vésicatoire, qui a eu ses partisans enthousiastes comme ses détracteurs systématiques, a bien perdu de sa vogue depuis qu'on le considère comme une cause de débilitation et comme une porte ouverte à l'infection ; mais tout empirique que soit son emploi, il est encore des cas où, manié avec prudence, il peut rendre de réels

services. Telle est à peu près la conclusion qui se dégagea de cette discussion. La même séance se termina par une communication du Dr Dumont sur l'*alimentation par le rectum* où l'on trouve quelques détails pratiques sur les formes à donner aux substances confiées à ce mode d'absorption.

La session d'octobre 1885 nous valut l'exposé d'un cas de *vomissements incoercibles dans le cours de la grossesse* (1). Cet accident revêt parfois, par sa répétition et sa ténacité, un caractère de gravité tel, que certains accoucheurs en sont arrivés à proposer, dans ces cas, de provoquer artificiellement l'accouchement. Il s'agissait d'un cas de ce genre. Dumont nous en détailla les émouvantes péripéties et nous fit part des moyens diététiques et hygiéniques qu'il mit en œuvre. Il insista sur l'importance qu'il y a à surveiller l'état de la nutrition et a en faire, en quelque sorte, la mensuration grâce aux moyens que la clinique met à la disposition du praticien. Ce qu'il ne nous dit pas, c'est que sa malade devait être pour lui l'objet d'une sollicitude toute spéciale ; elle était la fille d'un homme considérable par sa position scientifique, avec lequel il entretenait de précieuses relations d'amitié.

L'état de la patiente resta longtemps incertain, sa nutrition languissait, et le jour vint où l'on posa la question de savoir s'il n'y avait pas lieu de provoquer un dénouement qui devait sacrifier une vie problématique pour sauver une existence précieuse... Dumont refusa de céder à ces suggestions ; sa réserve disparaissait dès que la voix de sa conscience se faisait entendre ; elle lui disait,

(1) Ce travail, vrai chef-d'œuvre d'exposé clinique, a été reproduit *in extenso* dans la REVUE MÉDICALE DE LOUVAIN, novembre 1885. La même Revue contient les articles suivants du Dr Dumont : *Un cas de paralysie diphtérique*, 1877, p. 441 ; *Survie et développement du placenta après la disparition de l'embryon*, 1880, p. 61 ; *Expériences relatives à l'influence du Café sur l'excrétion de l'urée urinaire*, 1888, p. 257 ; *A propos de l'albuminurie de la grossesse*, 1896, p. 155.

ici, que les ressources de l'art n'étaient pas épuisées et qu'il ne lui était pas permis de recourir à une extrémité aussi grave. Des consultations eurent lieu, qui consacrèrent son avis et rassurèrent des tendresses alarmées. L'événement acheva bientôt de lui donner raison.

En 1886, Dumont nous fit le tableau saisissant de *trois cas de brûlures accidentelles ou volontaires des premières voies par des caustiques*. Il avait assisté, coup sur coup, à ces accidents dus à des méprises terribles ou à des tentatives criminelles, et devant lesquels le médecin reste presque toujours désarmé.

Un jeune homme en rentrant chez lui a ingéré un liquide qu'il a pris, déclare-t-il, pour de la bière ; il est saisi aussitôt de douleurs atroces, accompagnées de tous les symptômes d'une cautérisation des premières voies. Il échappe cependant à la mort, mais son avenir reste inquiétant et il devra, sans doute, recourir désormais à la sonde œsophagienne pour maintenir les premières voies dans des proportions convenables. Les circonstances qui ont amené l'accident sont restées mystérieuses. Y a-t-il eu suicide ou tentative criminelle d'empoisonnement ? Dans le premier cas, le secret professionnel impose au médecin un silence absolu ; dans le second, l'intérêt du client ne commande-t-il pas de recourir à l'intervention du parquet ? « J'ai médité cette alternative, ajouta notre sage confrère, et il m'a semblé qu'elle ne comportait qu'une seule solution : dans le doute abstiens-toi. Si c'est un devoir de défendre une victime contre des manœuvres criminelles, c'en est un non moins impérieux de respecter l'honneur et le repos des innocents. »

Le second cas est celui d'un homme de 65 ans, qui a voulu mettre fin à ses jours en avalant un verre à vin d'acide sulfurique. Cette fois, les suites ont été rapidement fatales ; dès le lendemain, il succombait à d'affreuses tortures, peut-être par le fait d'un œdème de la glotte,

peut-être aussi foudroyé par la douleur et l'épuisement nerveux qu'elle amène.

Enfin, voici l'histoire d'un enfant de 4 ans qui, par mégarde, a bu le contenu d'un vase renfermant de la soude caustique. Heureusement, il la rejette avant de l'avoir avalée. Après dix jours d'entrave à peu près absolue à la déglutition, la réparation se fit, mais l'enfant fut pris de singuliers accès d'œsophagisme, qui finirent par céder à la pratique du cathétérisme.

L'*influence du café sur l'excrétion urinaire* fit l'objet d'une étude que le Dr Dumont nous soumit en 1887 ; il y insistait sur la précieuse action anti-déperditrice de cet agent thérapeutique.

A Liége, pendant la session d'octobre de 1892, il développa une communication de son collègue, le Dr Moeller, qui avait pour objet le *traitement des maladies du cœur par les Drs Schott, de Nauheim.*

Lors de la session tenue à Tournai le 24 octobre 1895, il aborda, pour la seconde fois, un objet qui s'imposait à son esprit curieux de tous les grands problèmes d'hygiène sociale : la tuberculose. A ce moment, les sanatoria en étaient encore à la période d'essai, mais on était fixé sur les principes féconds du traitement de la tuberculose par la modification du terrain tuberculeux. « Nous, médecins, a dit le professeur Peter, devons chercher non pas à tuer le bacille, mais à faire vivre les tuberculeux. » Il eût été plus exact de dire que nous cherchons à faire l'un — allant au plus pressé — en attendant que les progrès de la science nous permettent de faire l'autre, ou, mieux, de faire les deux.

Cette action sur le terrain repose désormais sur des faits bien établis, et l'un des moyens les plus puissants pour la réaliser est, à coup sûr, la dispensation large et généreuse, mais bien réglée, d'un air pur. A domicile, la *cure d'air* est généralement bien difficile à appliquer et à faire observer, et pourtant, là même elle peut donner de

surprenants résultats (1). C'est ce que démontre à l'évidence l'histoire du malade traité par notre regretté confrère. Il avait recueilli des avantages marqués d'un *traitement par la cure d'air à domicile*, bien dirigé et surveillé. Six semaines de repos et d'aération continue au cœur d'un hiver rigoureux avaient amené, dès le début, la chute de la fièvre et, progressivement, une augmentation de poids de 4 kilos, 500 grammes. Ces bons résultats, le malade faillit les compromettre le jour où il se crut suffisamment rétabli pour s'affranchir, sans l'assentiment de son médecin, des prescriptions imposées.

Dumont tirait de cette observation cette conséquence que « l'association du repos et de l'aération continue peut être salutaire à certains tuberculeux, mais que l'emploi isolé de l'ûn de ces deux moyens reste sans valeur ». Et il ajoutait que le succès de ce traitement serait d'autant plus probable que la période de la maladie serait moins avancée, mais qu'il « serait des plus incertains quand la fièvre serait devenue continue, c'est-à-dire quand la tuberculose aurait fait place à la phtisie ».

En 1900, le 25 octobre, nous entendîmes Dumont pour la dernière fois ; il nous parla du *traitement de l'asystolie*. Il en fit une courte étude, et s'étendit quelque peu sur les divers symptômes de cette phase si grave des maladies du cœur. Comme conclusion — car c'était toujours au côté pratique qu'il visait — il mettait ses collègues en garde contre l'abus ou l'usage mal raisonné de certains médicaments, aussi funestes, employés dans ces cas de détresse où leur action est illusoire, qu'ils sont bienfaisants quand leur indication est bien évidente. Il recommandait, au contraire, les moyens thérapeutiques qu'on pourrait définir « moyens de soulagement », les procédés déplétifs et libérateurs, s'adressant uniquement à l'obstacle et non

(1) Ce sujet a été traité dans une étude de vulgarisation bien entendue du Dr Moeller : *La cure d'air chez soi*. Bruxelles, O. Schepens, 1895.

pas à l'organe central de la circulation qui défaille et demande grâce. Il faut surtout s'attacher, à cet instant critique, à « donner issue au liquide qui noie l'organisme, et dont l'insuffisance du cœur accroît chaque jour le flot montant » ; on n'attendra donc pas un grand développement de l'œdème pour pratiquer à la partie inférieure de la jambe et dans toute sa longueur, des incisions multiples qui amèneront, pendant plusieurs jours, l'écoulement d'une grande quantité de liquide.

Le dévouement de Dumont à la Société scientifique ne s'est pas borné à ces travaux; depuis l'année 1877, il collaborait régulièrement à la Revue des Questions scientifiques, publication de haute vulgarisation qu'elle édite depuis sa fondation. Il y écrivait des comptes rendus bibliographiques d'ouvrages de médecine et une revue des publications périodiques d'hygiène, où l'on aimait à retrouver ce don que nous lui avons reconnu, de résumer les œuvres d'autrui et de mettre en relief les données importantes acquises par les travaux récents ; cinquante de ces bulletins figurent dans la collection de la Revue.

Ce n'est pas tout encore. La Société, comprenant tout le profit qu'elle pouvait attendre d'un auxiliaire aussi éclairé et aussi actif, l'avait appelé, en 1897, à faire partie de son Conseil général ; il prit part à ses délibérations jusqu'à sa mort.

Si, comme nous l'avons dit, notre ami avait consacré à cette institution le meilleur de son esprit et de son cœur, il ne pouvait se désintéresser des autres manifestations de la vie scientifique qui se sont affirmées, si vivaces, dans notre pays. Parmi les cercles médicaux il en est un qui a acquis une importance sans cesse grandissante : c'est la Société médico-chirurgicale du Brabant, devenue presque l'émule de l'Académie de Médecine.

Là aussi, Dumont s'était fait apprécier par son caractère élevé et sa science aimable autant que sérieuse; parmi les travaux qu'il y présenta, il convient de citer une

étude sur la *scarlatine et ses anomalies* (1893), la relation d'*un cas d'anurie alcoolique traité par une injection de sérum* (1897), et, en 1901, une étude sur le *traitement alimentaire de la fièvre typhoïde*. Celle-ci fut tout particulièrement remarquée et eut les honneurs d'une discussion approfondie. « C'était, dit un de ceux qui y ont assisté, un exposé bien établi sur des données anatomo-pathologiques, qui témoignait d'un grand esprit d'observation et présentait le système d'alimentation sous un jour nouveau » (1).

Il était membre du comité du Collège des Médecins de l'agglomération bruxelloise. Enfin, la Commission médicale provinciale l'invita plus d'une fois à faire partie du jury d'examen des sages-femmes, où l'appelait tout naturellement sa grande expérience de l'art obstétrical.

Jamais il ne dérobait à son foyer les soirées que lui laissaient les exigences de sa profession ; il faisait une exception, toutefois, pour un petit cénacle de confrères amis qui se réunissaient tous les mois. Là, dans cette intimité charmante qu'inspire une communauté de carrière et de principes, il trouvait quelques heures de joyeux délassement. Mais le côté studieux de son caractère s'y révélait encore, et ses amis n'ont pas oublié la part d'enseignements qu'il leur a apportée.

Dumont était surtout un homme d'intérieur, les plaisirs du dehors n'avaient aucun attrait pour lui ; le bonheur, il l'avait trouvé là où Dieu l'a mis, dans cette vie de famille faite de joies pures et de devoirs austères. Il surveillait de près l'éducation de ses enfants, dirigeant les études de ses fils au point de se mettre pour eux presque sur les bancs de l'école. Hélas ! il les a quittés au moment même où il allait recueillir les fruits de ses paternels efforts !

A la tendresse pour les siens, il joignait le culte de

(1) Discours prononcé par M. le Dr A. Vandam le jour des obsèques du Dr Dumont (2 décembre 1902).

l'amitié. Qui dira le charme de ce commerce fidèle et sûr, de cette sympathie pour les peines comme pour les succès de ses amis, de ces conseils précieux, de ces entretiens pleins d'abandon où la médisance ne trouvait jamais son compte et où la charité avait toujours sa place ?

On connaît la méchante boutade : *Invidia medicorum pessima*. Nul n'y a opposé de plus formel démenti ; ses confrères, à quelque opinion qu'ils appartiennent, ne tarissent pas sur la correction de ses procédés, sur son tact et son désintéressement.

Les joies de la famille, une carrière heureuse, la possession de l'estime publique, rien ne manquait, ce semble, au couronnement de cette belle existence. Non, rien n'y manquait, sauf... une chose où se reconnaissent les grandes âmes : l'épreuve. Comme toujours, à l'improviste, *sicut fur*, elle vint frapper à la porte de cette paisible demeure, et ce fut le chef de famille qu'elle atteignit.

Un jour — c'était dans le cours de l'été de 1898 — il éprouva des troubles visuels étranges, puis, quelques jours après, il se réveilla dans les ténèbres : il ne voyait plus ! Des confrères spécialistes furent appelés et constatèrent, à n'en pas douter, l'apparition d'une maladie oculaire des plus graves : le glaucome. Comme il arrive le plus souvent dans des cas de l'espèce, cette cécité ne fut que momentanée ; au bout de quelques jours, sous l'influence de soins empressés et intelligents, la vision réapparut, mais hélas ! diminuée et compromise. Le patient ne se fit pas illusion sur la gravité de son état, il prit un parti héroïque : il se rendit à Utrecht où un maître de l'ophtalmologie lui opéra les deux yeux, puis il revint à Bruxelles reprendre la tâche interrompue. L'opération produisit ce qu'on pouvait en attendre, rien de plus : elle ralentit la marche du mal, elle ne put l'arrêter ; l'un des yeux se perdit, l'autre se mit à décliner lentement... Et lui, continuait à se prodiguer auprès de ses malades, il

continuait même à étudier et à écrire, et, quand sa vue était trop lasse, il demandait à d'autres yeux de lui venir en aide.

Se figure-t-on la souffrance de cet homme vaillant qui sentait venir la cécité à pas pressés et, avec elle, la pire des extrémités pour lui, l'oisiveté forcée et l'impuissance ? Son caractère cependant ne se modifiait pas, son bon sourire était toujours là pour encourager la souffrance ou pour fortifier l'amitié ; mais pour l'observateur attentif, il était voilé, et les traits du visage vieillissaient sous l'empreinte de la peine. A certains moments, il éprouvait le besoin d'épancher sa tristesse et ses inquiétudes, il s'en ouvrait aux siens, à quelques intimes : ce n'était pas le souci de lui-même qui le dominait, c'était la pensée de ne pouvoir bientôt plus suffire à ce labeur sur lequel reposait l'avenir de sa femme et de ses enfants.

Jamais, pourtant, le découragement ne venait l'abattre ; s'il laissait quelquefois échapper non pas une plainte, mais un mot reflétant la tristesse ou l'anxiété, le *fiat* du vrai chrétien était bien vite sur ses lèvres et se réalisait dans sa conduite toujours fidèle au devoir.

Homme de conscience comme il l'était, il n'aurait pas attendu la fatale échéance pour abandonner la lutte; non qu'il fût capable de déserter un poste qui était le pourquoi de sa vie, mais déjà il se demandait — nous le savons de bonne source — si le moment n'allait pas arriver où il devrait, par égard pour tant d'existences qui se confiaient à lui, renoncer à cette carrière tant aimée, à ce « département des souffrances », comme le disait Lefebvre, où se complaisait son cœur avide de se donner. Et il allait bientôt, sans doute, prendre cette détermination devant laquelle pâlissent bien des héroïsmes de l'histoire.

La Providence ne permit pas qu'il eût à consommer un tel sacrifice. Une nouvelle épreuve lui vint, qui mit une diversion — mais quelle diversion ! — à ses angoisses. Des douleurs qui rappelaient celles de la sciatique vinrent

le visiter, d'abord tolérables, puis de plus en plus aiguës. Il se raidit contre ce nouveau mal, essaya de composer avec lui, s'étendant sur son lit aux heures les plus cruelles, pour aller ensuite retrouver ses malades qui s'impatientaient de ses lenteurs.

Mais la situation empirant toujours, il se décida à tenter une cure à Aix-les-Bains; il s'y traîna péniblement et y passa, sans quitter le lit, plusieurs semaines en proie à des tortures dont le souvenir le hantait encore après son retour.

Un fait donnera ici une idée du souci de la tâche à remplir qui le posséda toujours : pendant son séjour à Aix, le directeur de cette Revue ignorant son état, lui avait rappelé (c'était en août dernier) qu'il comptait sur son bulletin habituel d'hygiène pour la livraison d'octobre. Malgré ses souffrances, Dumont trouva assez de force de volonté pour s'acquitter de ses engagements; le manuscrit arriva à la date réglementaire au secrétariat de la Société; il n'était pas de la main du malade, qui avait pu seulement y ajouter quelques mots d'amitié où se peignait son admirable sérénité : « C'est au lit, où me cloue mon mal, que j'ai composé ce bulletin qu'une main amie a bien voulu transcrire. Voyez-y une preuve de mon dévouement à la Revue et un témoignage d'amitié ».

Son retour à Bruxelles, malgré les tendres soins qui ne le quittaient pas, fut un vrai calvaire. Le voilà rendu à son logis, au lit de douleur qu'il avait délaissé ; là du moins il est chez lui, il retrouve tous les siens, une sollicitude plus efficace, des visages amis. Puis son mal n'est pas incurable, il est entouré du dévoûment éclairé de praticiens amis, il peut vivre encore... Hélas ! ses forces fléchissent de plus en plus, ses traits s'altèrent, la fièvre et la douleur, nuit et jour, implacables et tenaces, le minent.

Il fallut bientôt se rendre à l'évidence ; il y avait là autre chose que de simples désordres nerveux ; un ennemi nouveau s'était introduit dans cet organisme usé par la fatigue et le travail, un ennemi qui ne pardonne pas... Notre pauvre ami était perdu !

Ce qu'il avait été sous le coup de la plus poignante des menaces, il le fut encore pendant ces longs mois de souffrances : courageux et résigné. Quand il comprit que l'arrêt était porté, qu'il allait devoir quitter tant de choses aimées, il sut dissimuler aux siens cette amère certitude. En lui se livrait ce dernier combat où la nature défaillante est aux prises avec la foi aimante et soumise. Pour un chrétien comme Dumont, l'issue de cette lutte ne pouvait être douteuse, sa mort ne démentirait pas sa vie. Au religieux qui lui apportait les encouragements de son ministère : « C'est un peu tôt, soupira-t-il,... mais j'ai fait mon sacrifice, que la volonté de Dieu s'accomplisse ! »

C'est dans ces sentiments d'immolation admirable qu'il s'est éteint, après avoir dit adieu aux siens, et avoir reçu le fortifiant secours des Sacrements de l'Église.

Une telle mort, couronnant une aussi noble existence, est pleine de consolations pour ceux qui ont aimé Achille Dumont ; ils savent qu'il ne les a pas quittés pour toujours, qu'il les attend au sein des joies éternelles où il a déjà reçu, sans doute, le prix de ses vertus et de ses souffrances.

Il leur laisse aussi cette chose qui ne périra pas : son exemple (1) !

Dr R. Warlomont.

(1) Les funérailles du Dr Dumont furent une manifestation touchante des sympathies et de l'estime dont il jouissait. Des discours furent prononcés devant sa dépouille. M. le Dr Praet se fit l'interprète du cercle de médecins amis dont il a été parlé plus haut, et dont Dumont avait été l'un des fondateurs. M. le Dr Vandam prit la parole au nom de plusieurs organismes du corps médical, notamment de la Société médico-chirurgicale du Brabant. Enfin, à l'auteur de la présente notice échut le très grand honneur de payer au cher défunt le tribut de la reconnaissance et des regrets de la Société scientifique de Bruxelles.

VARIÉTÉS

I

LE THÉ ET LE CAFÉ

Bien peu de produits coloniaux ont acquis, dans ces dernières années, une importance commerciale aussi considérable que les feuilles du théier, *Thea sinensis*. Cette plante localisée d'abord, au point de vue commercial, dans la Chine et le Japon, a été introduite dans beaucoup d'autres régions du globe et est cultivée actuellement dans presque toute l'Asie tropicale continentale, dans les Indes Néerlandaises, dans les îles voisines de l'Afrique et même sur le continent africain où des essais de culture ont été faits par les Anglais au Natal, et par les Allemands dans l'Afrique orientale et dans le Cameroun. Dans certaines régions de l'État Indépendant du Congo on a également essayé la culture de cette plante qui y pousse, paraît-il, fort bien. La culture du théier a aussi été introduite récemment dans l'Amérique du Nord, où les régions méridionales lui conviendraient parfaitement et donneraient un produit en qualité et quantité suffisantes pour diminuer en notable proportion l'importation des thés des Indes. Dans les environs de Ouro-Preto (Brésil), il existe une plantation étendue, qui pourrait déjà fournir annuellement 2000 kilos de thé si les bras ne manquaient pour en faire la cueillette.

Les traditions chinoises reportent aux origines de l'humanité la découverte du théier. Quoi qu'il en soit, l'usage de cette plante était connu en Chine dès la plus haute antiquité historique.

Jusque dans ces dernières années, la Chine avait fourni la plus forte proportion de thé, mais il est à remarquer que le commerce d'exportation du thé de Chine est depuis quelque temps en baisse considérable. M. Guigon a consacré à l'histoire, à la culture et au commerce du thé, un livre où nous trouvons

résumée en tableaux l'exportation pour les différents pays producteurs. On peut constater par l'examen de ces tableaux, la décroissance de ce commerce en Chine.

En 1842 cette puissance avait exporté près de 19 000 000 de kilos de thé et jusqu'en 1878, époque à laquelle l'exportation avait atteint le chiffre de 70 000 000 de kilos, ce commerce a été croissant; pendant les années 1878, 1879 et 1880, cette colossale exportation s'est maintenue, mais depuis, la diminution du trafic a été rapide ; en 1892 elle n'atteignait déjà plus que 26 000 000 de kilos, c'est-à-dire une exportation à peu près égale à celle de l'année 1852.

Si dans ces dernières années la production du thé s'est maintenue en Chine, si elle a même augmenté, cette augmentation n'a pas été en proportion de celle qu'accusent les Indes anglaises ni surtout de celle de Ceylan.

D'après des statistiques récentes, la production du thé dans les divers pays producteurs se répartit comme suit :

Production du thé (en livres anglaises)

	1880	*1885*	*1888*	*1900*
Chine . . .	284 000 000	290 000 000	290 000 000	300 000 000
Inde . . .	53 000 000	66 000 000	90 000 000	197 460 864
Japon. . .	37 000 000	35 000 000	40 000 000	45 000 000
Java . . .	5 000 000	6 000 000	7 000 000	8 000 000
Ceylan . .	1 000 000	8 000 000	24 800 000	142 000 000
Total.	380 000 000	405 000 000	451 300 000	692 460 864

Ces chiffres montrent l'accroissement considérable de la production; aussi cette culture n'est-elle pas grandement à conseiller, car l'encombrement du marché a fait fortement baisser les prix.

L'Angleterre est un des pays qui, actuellement encore, consomment le plus de thé; en 1900 on y a importé 303 867 149 livres anglaises se répartissant ainsi au point de vue de leur provenance :

Chine.	21 852 442	livres.
Inde	156 968 149	„
Ceylan	115 322 873	„
Provenances diverses.	9 723 685	„
	303 867 149	livres.

Si l'on compare ces données avec celles des années antérieures, on constate une augmentation de tous les chiffres, sauf de ceux qui ont trait à l'importation du thé de Chine ; il y a eu en 1900 plus de 13 000 000 livres en moins qu'en 1899.

Mais l'Angleterre ne consomme pas tout le thé qu'elle importe, une partie considérable de cette importation est réexpédiée vers le continent et l'Amérique, où la consommation en 1900 s'est élevée à 249 792 086 livres ; en 1899 elle avait été de 242 560 813 livres.

Remarquons que ce n'est pas la feuille du *Thea sinensis* qui est employée à la préparation de tous les thés. Ce mot " thé „ est le terme admis pour désigner toute une série de breuvages qui n'ont rien de commun avec le thé originel, thé noir ou thé vert de Chine. Sans compter les thés indigènes, auxquels on attribue souvent des vertus curatives, il existe dans les régions tropicales de nombreuses plantes employées comme succédanés du thé.

Dans les Indes méridionales, les indigènes préparent une boisson agréable et, paraît-il, aromatique avec les feuilles de l'*Andropogan Schoenanthus*, une graminée appelée souvent dans la région " jonc odorant „. Pour préparer l'infusion, on se sert de feuilles fraîches et tendres et d'eau chaude ; on additionne souvent le breuvage de sucre ou de lait. Dans les Indes cette préparation est connue sous le nom de *pachachaya* ou " thé vert „, elle est très appréciée des malades, et posséderait même des vertus médicinales : elle serait carminative, antispasmodique.

Les Arabes préparent un thé avec les rameaux et les feuilles du *Catha edulis ;* cette décoction est très agréable au goût et rappelle le thé vert ordinaire. Les ouvriers, au lieu de préparer une boisson à l'aide de ces feuilles, les mâchent le plus souvent, surtout en temps de disette ou quand ils ont à exécuter un travail réclamant une grande endurance physique. La décoction de *Catha*, ou *Cafta*, fut d'abord interdite par les Mahométans sous prétexte qu'elle était stimulante. Une réunion de savants décida que tout en étant un stimulant, cette boisson ne pouvait être considérée comme suffisamment toxique pour entrer dans la catégorie des breuvages défendus par le Koran. Il paraît prouvé qu'elle combat l'assoupissement et procure une grande lucidité d'esprit. Au Japon on utilise également comme thé, les feuilles d'un *Hydrangea* et cette boisson y est si appréciée que les Japonais lui ont donné le nom *Ama-tsja* ou " thé céleste „.

Presque tous les pays ont leur thé indigène, dont la renommée n'a pas toujours franchi les mers. Un d'entre eux cependant, le " maté „, a une certaine importance et est arrivé jusqu'en Europe. Il est très employé au Paraguay, au Brésil et dans plusieurs parties de l'Amérique du Sud. Il est fourni par différentes espèces du genre *Ilex*, en particulier par l'*Ilex paraguariensis*. Le maté est parfois appelé " thé des Jésuites „ ou " thé Saint-Bartholomé „. On le prépare en rôtissant les feuilles, encore fixées aux branches, puis en les pulvérisant. En Amérique, on ne boit pas l'infusion de ce thé, mais on l'aspire par un tube de verre. Les indigènes de l'Amérique du Sud paraissent avoir connu l'emploi du maté dès la plus haute antiquité, et si ce produit porte le nom de " thé des Jésuites „, c'est parce que les missionnaires ont été les premiers à faire des cultures systématiques de la plante. Des statistiques donnent pour la consommation annuelle de maté, dans les républiques de l'Amérique du Sud, 30 à 40 millions de livres.

A Sumatra, et dans quelques îles voisines, ainsi que dans certaines parties des Indes, on boit du thé de feuilles de caféiers ; au dire de certaines personnes il serait désagréable à boire, mais ce thé ne paraît cependant pas devoir différer grandement du thé ordinaire, la feuille du caféier renfermant comme celle du théier le même principe actif.

Une découverte a été faite récemment dans ce domaine. MM. Roger et Bamber auraient réussi à préparer au moyen des feuilles du théier et sans l'intervention de produits chimiques, une poudre soluble capable de fournir une excellente tasse de thé. Ce produit, s'il a vraiment été trouvé, ne parviendra pas à supplanter la préparation ordinaire du thé, mais il offrirait de grands avantages pour le transport et par suite pour les voyageurs. Une société dont le capital aurait été complètement souscrit se serait déjà formée pour exploiter cette invention.

Les planteurs de thé ne doivent pas voir cette découverte d'un mauvais œil, car la préparation de ce produit exigeant une notable quantité de matière première, le marché, si encombré actuellement, pourra être déchargé des thés ordinaires et les prix pourront ainsi être relevés.

On estime que pour la préparation d'un kilo de thé soluble, il faut trois kilos de feuilles de thé sèches. Une des propriétés de ce nouveau produit serait de pouvoir être employé par les personnes souffrant de l'estomac, ce thé soluble renfermant beaucoup moins de tanin que les feuilles ; en outre, cette poudre

pourrait être conservée pendant deux ans au moins, sans perdre son arome.

Cette découverte, si elle devient pratique, pourra certes avoir une action sur la crise qui a sévi depuis peu sur le marché du thé et l'on peut regretter que rien de semblable n'ait été trouvé pour le café dont la surproduction a amené une crise, non seulement dans les pays producteurs, mais encore sur les marchés d'Europe.

On sait que la caféine est l'alcaloïde actif des grains de café. Cet alcaloïde isolé en 1823 par le chimiste allemand Remg, a fait l'objet de nombreuses recherches depuis sa découverte. Jusqu'en 1901, tous les caféiers dont on avait analysé les graines renfermaient cet alcaloïde dans des proportions très différentes variant de 0,6 à 2,5 %; mais en 1901, M. le professeur Bertrand de l'Institut Pasteur de Paris a démontré qu'il existait au moins une espèce de caféier, le *Coffea humblotiana* de la Grande-Comore, que l'on avait cru pouvoir rapporter comme variété au *Coffea arabica*, dont les graines ne renferment pas la moindre trace de caféine. Des analyses comparatives des graines de *Coffea arabica* et *humblotiana* cultivés côte à côte, dans le même terrain, ont toujours montré une teneur différente en caféine. Comme l'a fait observer M. Bertrand, le caractère présenté par le *Coffea humblotiana* est non seulement des plus intéressants au point de vue scientifique, car il montre que des formes très voisines ont des propriétés intimes parfois très différentes, mais au point de vue de l'application qui peut en être faite. Beaucoup de personnes qui aiment à consommer du café, ne peuvent pour diverses causes employer cette boisson excitante ; le *Coffea humblotiana* pourrait peut-être être substitué dans ces cas, mais il possède un grand désagrément, c'est de contenir une substance très amère, la *cofamarine* qui n'est pas enlevée par la torréfaction et passe dans la décoction. La culture pourrait peut-être atténuer cet inconvénient ; dans le but d'arriver à une solution de ce problème, plus rapidement que par des expériences de culture, M. le professeur Bertrand a fait une grande série d'analyses de divers cafés de provenances variées et a obtenu les résultats que nous résumons dans le tableau ci-dessous en tenant compte uniquement de la teneur en caféine :

Coffea arabica	0,69 à 1,60
Coffea liberica.	1,06 à 1,45

Coffea canephora	1,97
Coffea laurina	0,63
Coffea congensis	1,19
Coffea stenophylla	1,52 à 1,70
Coffea mauritiana	0,07
Coffea humblotiana	0,00

On le voit, il y a à côté du *Coffea humblotiana*, un autre caféier, le *Coffea mauritiana* de la Réunion, qui ne renferme que des traces de l'alcaloïde et on peut le considérer comme pratiquement dépourvu de caféine.

Malheureusement on n'a pas de données sur la boisson que peuvent fournir les graines torréfiées de cette espèce ; peut-être ne renferme-t-elle pas la cofamarine et pourrait-elle donner une infusion agréable.

Il n'est pas sans intérêt d'ajouter ici les données statistiques sur la production du café dans le monde pendant l'année 1901. D'après les renseignements les plus complets, la production totale du café atteint 2 040 720 000 livres ; sur cette immense quantité le Brésil seul a fourni 1 518 000 000 livres; les États de l'Amérique centrale, Mexique, Vénézuela, Colombie, Équateur et Pérou, ont fourni 290 400 000 livres ; Haïti 59 400 000 livres ; Porto-Rico et la Jamaïque 26 400 000 livres ; les Indes hollandaises 26 400 000 livres ; les Indes anglaises, Ceylan et les Philippines 41 580 000 livres ; l'Afrique et Moka 29 700 000 livres.

Cette formidable production n'a pas été totalement consommée, car il est resté un stock considérable de 117 000 000 livres. Cette surproduction se fait sentir depuis plusieurs années et a donné naissance à la crise, qui a atteint tant de plantations brésiliennes et a fait de la culture du café une exploitation peu rémunératrice.

É. De Wildeman.

II

L'INDUSTRIE BELGE DES PIERRES A RASOIR

L'intérêt de cette étude ne doit pas se mesurer à l'importance numérique des ouvriers employés dans l'industrie des pierres à rasoir, bien que les transactions auxquelles donne lieu cette

exploitation soient relativement sérieuses, et qu'elles constituent pour la région — la seule du reste en Belgique, et même dans le monde entier, qui renferme ce précieux minéral — une source de richesse et de prospérité. Il n'est pas davantage dans la description d'une des parties les plus ignorées, mais non des moins pittoresques du Luxembourg belge.

Ce travail se rattache à l'ensemble de l'enquête industrielle qui, depuis quelques années, a été poussée avec tant de zèle en ce pays. Et, dans cette enquête, ce sont les recherches portant sur certaines industries localisées dans des limites restreintes et plus spécialisées, qui offrent souvent à l'économiste les faits les plus curieux et partant les conclusions les plus suggestives.

L'exploitation du schiste ardoisier, si abondant dans la province de Luxembourg, remonte à une très haute antiquité et y fut de tout temps l'un des principaux facteurs du travail et de la richesse. Parmi les gisements nombreux et importants qu'on y rencontre, il faut citer ceux du bassin de l'Amblève, à Grand-Halleux et à Vielsalm ; du bassin de la Sure, à Martelange ; du bassin de la Semois, à Longlier, Straimont, Grapfontaine, Warmifontaine, Saint-Médard, Orgeo, Herbeumont, Cugnon, Bertrix, Fays-les-Veneurs, Vivy, Habay-la-Neuve et Habay-la-Vieille.

Ce n'est toutefois que dans le bassin de l'Amblève que se rencontre le schiste cristallin appelé *coticule* en géologie (1), et que l'on exploite aussi de temps immémorial sous le nom de *pierres à rasoir* dans les communes de Vielsalm, Bihain et Lierneux.

Nous n'essayerons pas de rechercher l'origine de cette industrie ; disons seulement qu'il semble permis de la faire remonter jusqu'à l'époque de la domination romaine. Toutefois

(1) Ce schiste cristallin, très riche en grenat, possède jusqu'à un certain point la structure caractéristique des phyllades adjacents. Il est constitué par une pâte formée, pour un tiers environ, d'une variété de mica hydraté à base de potasse, se rapprochant de la damourite. Il renferme en grande quantité diverses espèces minérales de dimensions microscopiques. Celles-ci sont intimement unies avec des milliers de petits polyèdres isotropes rapportés au grenat, dont on observe souvent les facettes en losange, indiquant des rhombododécaèdres et quelques sections hexagonales ou quadratiques. Les autres minéraux que l'on rencontre dans le coticule sont la tourmaline, le chrysobéril, l'oligiste et la titanite (Voir *La structure et la composition minéralogique du coticule et ses rapports avec le phyllade oligistifère*, par A. Renard).

plusieurs gisements sont de découverte récente. Ainsi les carrières de Regné ne sont ouvertes que depuis 27 ans.

On ne saurait non plus indiquer le nombre exact des ouvriers occupés dans cette industrie. Ceux qui travaillent à l'extraction sont congédiés, en partie, depuis la fin de l'été jusqu'au commencement du printemps. La présence de l'eau provenant des pluies automnales et de la fonte des neiges rend, en effet, impossible à cette époque de l'année le travail de la carrière. Quant à ceux qui sont attachés en permanence à la mise en œuvre de la pierre, ils ne constituent qu'une minorité du personnel ouvrier proprement dit; en revanche, presque tous les cultivateurs — et ils sont nombreux dans ces localités agricoles — trouvent dans cette fabrication, pendant la période hivernale, une occupation d'un excellent rapport.

Il résulte néanmoins d'un relevé minutieux que nous avons fait sur place, à la fin du mois d'août dernier, que l'on comptait, à cette date, aux vingt-deux sièges d'extraction exploités, et dont quinze se trouvent sur les territoires de Regné et de Hebronval, un personnel total de cent quatre-vingts ouvriers carriers. Dans les ateliers de quelques grands producteurs qui ont, à vrai dire, monopolisé l'industrie des pierres à rasoir et chez lesquels le travail se poursuit toute l'année, nous avons noté la présence de soixante-dix ouvriers et sept ouvrières.

Quant à l'importance de la fabrication annuelle, elle s'élève de 450 000 à 500 000 francs. La discrétion des producteurs ne nous a pas permis de recueillir des données plus précises; mais cette estimation approximative permet d'apprécier la part qui revient à cette industrie dans l'aisance dont jouissent les habitants de la région.

Elle comprend, avons-nous dit, trois communes.

Vielsalm, à 52 kil. de Marche et à 40 kil. de Bastogne, est bâti sur la Salm, ainsi nommée à cause des saumons qu'on y pêchait... jadis, car le poisson, là comme ailleurs, se fait rare. C'est, sans conteste, l'un des coins les plus curieux de la Belgique. Le paysage y offre, dit M. Tandel dans son ouvrage *Les communes luxembourgeoises*, un spécimen intéressant des dislocations de la croûte terrestre, une page instructive de géognosie, un tableau du désert et de la civilisation, où les traces d'un passé sauvage s'associent aux plus grands progrès de l'époque présente.

Salmchâteau est relié au chef-lieu de la commune par une belle route qui se dirige vers Laroche, une autre route venant

du Grand-Duché de Luxembourg y aboutit. Enfin, une ligne de chemin de fer venant de Luxembourg côtoie la localité, et se dirige sur Stavelot, Spa, Pepinster, etc. La population de la commune est de 3109 habitants.

Bihain distant de 15 kil. de Houffalize et de 32 kil. de Bastogne, comprend six sections : Bihain, Fraiture, Hebronval, Ottré, Petites-Tailles et Regné. Son territoire est traversé par les routes d'Houffalize à Liége et de Laroche à Vielsalm. Bihain compte 1052 habitants. C'est une localité fort ancienne, qui se nommait jadis Bisange. Outre les pierres à rasoir, le sol renferme de la tourbe en abondance et du manganèse.

Sart, section de Lierneux (1), qui par sa délimitation semble faire partie à regret de la province de Liége, a 1000 habitants. Distante de 15 minutes de la route de Vielsalm à Laroche, cette localité, à la fois industrielle et agricole, s'étale sur le penchant d'une colline ondoyant dans la direction de Lierneux.

Comme dans toutes les parties du Luxembourg, l'agriculture est en honneur dans cette région où s'exerce l'industrie des pierres à rasoir. Si le voisinage des vertes fougères et des bruyères fleuries, où butinent d'innombrables abeilles, contribue à rendre reposant le panorama qui s'y étale à perte de vue, les récoltes variées et abondantes qu'on y rencontre témoignent de la ténacité du laboureur luxembourgeois, car le sol, essentiellement schisteux, se prête malaisément aux travaux des champs.

Vigoureux et bien constitué, le carrier ardennais dépasse par la taille le charbonnier. Il fait montre de beaucoup de bon sens, d'énergie et de prudence. C'est, à tous égards, un type de mineur bien réussi.

La confiance que ses patrons lui accordent, en réduisant à bien peu de chose la surveillance dont ils l'entourent, prouve assez qu'il est d'une honnêteté irréprochable, car l'ouvrier peu scrupuleux pourrait journellement distraire très facilement à son profit une certaine quantité de coticule. Il a malheureusement un faible prononcé pour le genièvre et est enclin au jeu. Nul doute que les salaires relativement élevés dont il bénéficie ne soient pour beaucoup dans le développement de ces fâcheux penchants, alors surtout que la prévoyance est, pour un bon nombre, une vertu inconnue.

(1) Des tentatives d'extraction faites à Lierneux ont été infructueuses, la pierre rencontrée étant trop dure.

De politique, il ne s'occupe que peu ou prou. Foncièrement religieux, il remplit fidèlement ses devoirs de chrétien et fête avec entrain, le 23 novembre de chaque année, son patron saint Clément. La messe solennelle à l'église paroissiale et le chômage à la carrière sont de tradition ce jour-là, mais il faut ajouter que plusieurs l'achèvent dans de copieuses libations.

Ce que nous venons de dire de l'ouvrier des carrières s'applique à l'ouvrier des ateliers. Lui aussi doit être d'une constitution robuste, car les différentes opérations qu'exige le travail de la pierre s'effectuent dans une eau nécessairement malpropre, et produisent une poussière plus dangereuse encore que celle inhalée par le meunier.

Les différentes qualités de pierres exploitées sont au nombre de onze ; nous les énumérerons dans l'ordre de valeur décroissante : il y a la *dressante*, l'*allemande*, la *petite tenne*, la *fine*, la *vieille rouge*, la *grosse blanche*, la *peta*, la *parure*, la *grise*, la *minette* et le *dadot* (1).

A Salm, où l'extraction a été particulièrement importante, mais où la richesse minérale diminue sensiblement, on rencontre une variété spéciale *la Vieille Roche* très recherchée par les couteliers anglais. Elle se vend plus cher que toute autre ; aussi, pour éviter la fraude, la firme Jacques et Cie qui en a à peu près le monopole, colle-t-elle, sur chacune de ces pierres préparées, une étiquette portant les armes de Salm (deux saumons d'argent sur fond d'azur) et certifiant l'authenticité du produit.

Pour l'écoulement des pierres à rasoir, il va de soi que l'exportation est indispensable; elle est heureusement très active. L'Allemagne, l'Angleterre, l'Autriche, l'Espagne, la France, la Hollande, l'Italie, la Russie, l'Amérique (2), les Indes même sont nos plus fidèles tributaires. Il y a trente ans à peine, le commerce s'effectuait avec l'Italie par l'intermédiaire de colporteurs-voituriers (3), qui importaient des chromos de tous genres

(1) C'est de la consistance et de l'épaisseur que dépend généralement la valeur de la pierre.

(2) Un négociant américain à qui la Belgique fournit chaque année pour soixante mille francs de cette marchandise vient lui-même sur place effectuer ses achats. Depuis un an seulement, M. Jacques, de Vielsalm, est chargé de le représenter et d'agir en son nom.

(3) Une contrefaçon maladroite a été tentée en Italie où l'on présente comme pierre à rasoir une pâte durcie faite dans un moule *ad hoc*, mais n'ayant ni la résistance voulue ni même la propriété d'aiguiser.

et retournaient chargés de nos produits qu'ils vendaient au poids de l'or en traversant l'Allemagne et la France. On trouve encore dans la région quelques vieux mulets qui ont appartenu à ces marchands, et perpétuent le souvenir des transactions d'antan.

A l'exportation, les pierres à rasoir sont soumises à un droit de 10 marks par cent kilogrammes pour l'Allemagne et de 15 francs pour la France; pour l'Autriche, la Hongrie et la Russie, le tarif douanier est moins élevé et, pour ce dernier pays, ne frappe que les pierres collées au bleu. Il n'est pas inutile de signaler l'intention qu'a l'Allemagne de majorer sensiblement ce droit d'entrée, lors du prochain renouvellement des traités de commerce. Semblable mesure serait évidemment préjudiciable à nos nationaux ; il est juste toutefois d'ajouter que le droit n'est actuellement prélevé à la frontière allemande que pour les pierres ouvrées et que tous les fragments, que l'on expédie en très grandes quantités, passent sans taxe aucune.

Des carrières exploitées, les unes appartiennent à des particuliers ; les autres font partie de biens communaux et vont de droit aux sections qui les possèdent. A l'exception d'une seule, ces carrières sont concédées par les propriétaires du fonds à des sociétés qui exploitent au rendement ; c'est ainsi que sur trois tas, pour la *dressante*, et pour les autres qualités sur quatre tas de pierres extraites et formés en présence du propriétaire, un lui appartient, les deux ou les trois autres allant à l'exploitant comme rémunération de ses frais d'outillage et de main-d'œuvre.

Particularité intéressante, la section d'Hebronval qui possède plusieurs carrières fournit à chacun de ses foyers bénéficiant du droit d'affonage, une part de pierres évaluée, en moyenne, de 500 à 600 francs (1).

Mentionnons aussi la carrière Moise où les propriétaires s'unissent à d'autres personnes qui fournissent l'argent nécessaire à une installation complète. Ces ouvriers-patrons exploitent pour leur propre compte et profitent ainsi des avantages de l'association.

Toutes les galeries s'ouvrent par un orifice haut de 2 mètres et large de 3 mètres environ. Près de l'entrée, se dresse une

(1) Bien des ménages nouveaux attirés par les avantages que la section d'Hebronval crée à ses habitants sont venus s'y fixer. Ces familles ne jouiront de leurs droits d'habitants qu'à partir d'une nouvelle concession, d'une durée minimum de neuf ans. Il va sans dire que la part de chacun diminuera en raison directe des bénéficiaires nouveaux.

baraque où les ouvriers endossent leurs habits de travail et qui leur sert de réfectoire et même de cuisine. Une lampe à la main on gagne la carrière par un obscur couloir étançonné ou creusé dans le roc. A son extrémité, la galerie se subdivise en plusieurs embranchements conduisant chacun à des gisements d'espèces particulières de pierres à rasoir. Le contremaître, seul directeur de l'exploitation, reconnaît aisément la qualité du coticule à exploiter à la distance, régulière toujours et ne différant qu'avec les puits, d'une veine à l'autre. C'est ainsi que pour certains puits entre la dressante-minette et la fine, il y a 12 mètres; entre la fine et la dressante, 8 mètres; entre la dressante et l'allemande, 1 m. 80 et entre l'allemande et la peta, 2 mètres. Ces embranchements mènent chacun à un puits profond de 45 à 50 pieds en moyenne, où les ouvriers sont occupés à l'extraction. Les uns, au moyen de coins en acier, détachent à coups de marteaux, les blocs de pierres renfermant le filet jaunâtre ; les autres, à l'aide de cabestans, soulèvent ces masses de pierres et les placent sur des wagonnets qui les amènent au jour. Si la veine résiste aux coins, on recourt aux trous de mine. Dans tous les cas, les blocs sont détachés par tranches. Il en est qui atteignent 3 à 4 mètres de longueur sur 45 centimètres d'épaisseur et 1 mètre de largeur, ce qui leur donne un poids de plusieurs milliers de kilogrammes.

Le niveau de ces carrières se trouvant à une quarantaine de mètres sous le sol, les galeries sont exposées en toute saison à l'inondation ; lorsque l'année est pluvieuse, l'eau constitue pour ces mineurs l'ennemi le plus dangereux contre lequel ils luttent en recourant à l'emploi de pompes à bras. Seule la carrière Moise, à Hebronval, possède une machine d'épuisement (1).

La fabrication proprement dite emploie quatre catégories d'ouvriers : ceux qui travaillent toute l'année au domicile du patron ; ceux qui travaillent également toute l'année mais à leur domicile pour le compte d'un patron; ceux qui travaillent l'hiver seulement chez eux et pour le compte d'un patron ; enfin ceux qui travaillent toute l'année pour leur compte personnel (2). La nature du travail est la même pour les quatre catégories.

(1) Anciennement, l'eau se retirait du fond des puits à l'aide de tonneaux, ce qui rendait ce travail plus difficile encore.

(2) Cette dernière catégorie est celle des ouvriers " glaneurs ", qui recherchent, dans les tas de pierres amenées des galeries, les morceaux de coticule jetés par mégarde ou oubliés par les carriers.

Les blocs sont amenés à pied d'œuvre tels qu'ils ont été extraits de la carrière. La première opération consiste à enlever, à l'aide de ciseaux et de marteaux à bouts tranchants, la pierre bleue adhérant au coticule. Cela fait, les blocs sont débités en bandes de la largeur convenable et appropriée au rendement le plus profitable. Ce découpage s'effectue à la scie, d'une longueur de $0^m,40$ et que manœuvrent deux ouvriers. A l'aide de modèles en bois, on détermine sur chacune de ces bandes le nombre de pierres à travailler. Un ouvrier est alors chargé d'enlever, toujours à l'aide d'un marteau tranchant, le bleu dépassant l'épaisseur à donner à la pierre ; celle-ci passe alors à un autre ouvrier qui, s'aidant d'une pierre de sable provenant de La Rochette (Grand-Duché de Luxembourg) et d'un sable grossier importé de Charleroi ou de Mont-Saint-Guibert, la frotte sur toutes ses faces et lui donne sa forme définitive. Vient ensuite un second polissage sur une meule identique à la première, mais avec un sable fin du pays. Ce n'est pas tout ; le fini du travail s'obtient par le frottement sur une plaque en fer à surface lisse, qui donne à la pierre ce contact doux au toucher qui la caractérise. Pour l'obtenir, certains producteurs frottent l'une contre l'autre deux pierres achevées : c'est le doucissage confié de préférence aux femmes.

Ce que nous venons de dire ne s'applique qu'aux tranches ne renfermant du blanc que pour une seule pierre. S'il y en a pour deux, on colle une pierre bleue, fournie ordinairement par les carrières de Sart ; puis le blanc est scié en deux. Il arrive même que l'épaisseur du blanc permette de découper trois tranches, dont deux devront être collées au bleu. Ce collage se fait aisément à l'aide d'une pâte composée de cire et de colophane.

Tout ce travail se fait dans des locaux, en général, beaucoup trop petits, mal aérés et mal éclairés, alors que l'abondance d'air et de lumière serait ici si bien justifiée.

L'ouvrier travaillant à domicile doit exécuter toutes ces opérations successives, en se faisant au besoin seconder par un apprenti. Il est ordinairement installé dans la cuisine du logis, salle de réunion de la famille, au grand détriment de l'hygiène dont il ignore souvent les premiers principes.

On le voit, la technique du métier n'est guère compliquée. Aussi, même dans les ateliers patronaux, les ouvriers passent-ils indifféremment d'une besogne à une autre, bien qu'il faille une grande habileté pour enlever au coticule les taches noirâtres

qui s'y trouvent assez souvent et qui déprécieraient la valeur marchande de la pierre.

Le plus souvent, tout ce travail se fait à la main. Seuls actuellement trois des plus grands fabricants emploient, pour le polissage des pierres, des *lapidaires*, énormes meules en fonte tournant sur elles-mêmes et mues par la force hydraulique (1), ce qui simplifie considérablement la main-d'œuvre (2).

A Salm, chez M. Jacques et Cie, il existe en outre une *armure* pour débiter la pierre mécaniquement. A Vielsalm, M. Jacques fils a adopté, depuis un an, les moteurs et l'éclairage électriques; à Bihain, M. Rouet utilise la force hydraulique de son moulin à farine au polissage des pierres que ses concitoyens lui confient, à défaut de blé à moudre.

L'âge requis pour l'*apprentissage* est quatorze à quinze ans, une certaine force physique étant indispensable. Sa durée est de trois ans, bien que ce délai soit insuffisant pour acquérir la connaissance approfondie du découpage et la dextérité voulue pour la suppression de certaines défectuosités de la pierre.

Il est peu d'industries où la rémunération soit aussi prompte et aussi élevée. Au début, l'apprenti reçoit de 1 fr. à 1 fr. 50 et cette rétribution va en augmentant jusqu'au moment où, l'initiation étant complète, il atteint le salaire de l'ouvrier.

Les ouvriers carriers travaillent à la journée ; ils gagnent, pour dix heures de travail, de trois francs à trois francs vingt-cinq qui leur sont payés régulièrement les 10 et 25 de chaque mois (3).

Pour une durée égale de labeur, les ouvriers fabricant au domicile du patron reçoivent, selon leur ancienneté et leur habileté, deux francs cinquante, deux francs soixante quinze et même trois francs. A Salmchâteau et à Vielsalm, une majoration de vingt-cinq centimes est généralement accordée (4).

Ceux qui travaillent à domicile pour le compte d'un patron sont rémunérés à la pièce, proportionnellement aux dimensions

(1) A Salmchâteau, nous avons visité un atelier où le lapidaire était activé par un cheval.

(2) Un homme occupé au lapidaire fait une besogne triple de celle d'un ouvrier ordinaire.

(3) Une retenue de 2 p. c. leur est faite pour payer la prime d'assurance contre les accidents.

(4) L'uniformité des salaires s'explique par ce fait que chaque ouvrier passe indifféremment et selon les besoins d'une besogne à l'autre.

et à la consistance de la pierre qui leur est confiée. Les prix reposent sur les bases suivantes :

DIMENSIONS DES PIERRES EN POUCES (1)	PIERRES EXTRA-FINES UNIES	PIERRES FINES ET VEINÉES	PIERRES COMMUNES
5 pouces	fr. 0,12	fr. 0,12	fr. 0,08
6	„ 0,16	„ 0,16	„ 0,10
7	„ 0,25	„ 0,20	„ 0,12
8	„ 0,40	„ 0,30	„ 0,20
9	„ 0,50	„ 0,40	(2)
10	„ 0,60	„ 0,50	„
11	„ 0,70	„ 0,60	„
12	„ 1,00	„ 0,70	„

Le travail des bouts ou déchets, se paie fr. 0,10 pour les grands, fr. 0,05 pour les moyens et fr. 0,03 pour les petits.

A Salmchâteau, la firme Jacques et Cie paie annuellement 40 000 francs de salaire aux ouvriers employés à la fabrication proprement dite.

Toute besogne rentrée et contrôlée est immédiatement acquittée.

Quant à la production des ouvriers glaneurs ou des petits propriétaires qui s'adonnent encore à la fabrication, elle est achetée par les fabricants-marchands, lors de leurs tournées périodiques. C'est alors un débat où les parties défendent pied à pied leurs intérêts. La lutte est inégale, car le vendeur qui doit écouler ses produits ne peut pas se montrer intransigeant, ni même difficile.

Aucun contrat ne lie l'ouvrier et le patron ; mais il est d'usage, pour les deux parties, de se donner un préavis de huit jours dans le cas de cessation de travail.

Dans l'industrie ardoisière on rencontre la pratique de l'*association* à l'état embryonnaire : les ouvriers s'y associent, par brigades de quatre ou cinq hommes occupés, les uns à extraire la pierre, les autres à fendre les ardoises. Ici, à l'exception de la carrière Moise dont nous avons parlé, rien n'a été tenté dans cet ordre d'idées.

L'industrie des pierres à rasoir a pris, en ces derniers temps, de sérieux développements, grâce à l'établissement de plusieurs

(1) C'est le pouce anglais qui est en usage ; il vaut 0,025 m.
(2) Dans les qualités communes on ne fait pas de grandes pierres.

fabricants nouveaux, anciens auxiliaires des firmes les plus prospères.

Au cours de notre enquête, nous avons cependant recueilli une note un peu pessimiste relative à la qualité et à l'abondance du coticule. Mais s'il est vrai que les facilités d'extraction ne sont plus les mêmes qu'autrefois, rien ne prouve, nous ont assuré des chercheurs intéressés et actifs, que l'on doive s'inquiéter. Des perfectionnements sérieux devront naturellement être apportés au mode d'extraction, qui permettront d'arracher à la terre ce qu'elle semble vouloir cacher à présent avec un soin plus jaloux. Il est permis d'espérer qu'on entrera dans cette voie de progrès, et que cette industrie continuera longtemps encore à être une source de richesse et de prospérité pour les localités où elle est exercée.

Louis Banneux.

BIBLIOGRAPHIE

I

Cours d'Analyse Mathématique, par Édouard Goursat, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Tome I *(Dérivées et différentielles. Intégrales définies. Développements en séries. Applications géométriques)*. Un vol. in-8° de 620 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1902.

Le cours que publie M. Goursat est celui qu'il professe depuis plusieurs années à la Sorbonne, où il est réputé pour sa clarté, sa rigueur et sa solidité. A côté de divers autres maîtres chargés, au sein de l'antique Université de Paris, de guider les étudiants vers les horizons les plus récemment conquis à la science, M. Goursat remplit, avec une haute distinction, la noble mission de les initier aux grandes et fécondes théories de la science classique. Grâce d'ailleurs à une connaissance approfondie de toutes les ressources qu'offre l'Analyse moderne, il a pu en renouveler l'exposé de façon à le mettre au niveau des exigences les plus impérieuses de la critique contemporaine, et c'est là ce qui imprime à l'ouvrage son caractère d'originalité, quelque traditionnel qu'en soit le fond.

Dès le Chapitre I, où sont définies les notions de dérivée et de différentielle et exposés les principes fondamentaux y relatifs, on est frappé de l'art avec lequel l'auteur a su concilier le souci de la rigueur absolue avec les besoins particuliers de l'enseignement sans que nulle part se fasse sentir l'effort, ni qu'en souffre la parfaite clarté. Le mode d'exposition de M. Goursat affirme, dès le début, sa parfaite maîtrise.

Dans le Chapitre II, où sont élucidées avec le même soin toutes les questions fondamentales relatives aux fonctions implicites, aux déterminants fonctionnels et aux changements de variables,

l'auteur profite très heureusement de cette dernière théorie pour donner une claire notion des transformations de contact par des exemples simples visant, en particulier, les transformations de Legendre et d'Ampère.

Le Chapitre III est consacré à la série de Taylor et à ses applications élémentaires. Ce que nous avons dit, en général, de la manière de l'auteur peut laisser à penser que rien n'a été négligé pour rendre aussi satisfaisant que possible l'exposé de cette théorie, l'une des pierres d'angle de l'édifice analytique. Dans la recherche des maxima et minima des fonctions de deux variables, la discussion du cas ambigu est poussée plus loin qu'on ne le fait d'habitude dans les ouvrages didactiques.

Le Chapitre IV a trait aux intégrales définies. La marche suivie par l'auteur pour en exposer la théorie se distingue par des qualités particulières sur lesquelles il nous semble bon d'attirer l'attention du lecteur. Tout d'abord M. Goursat fait voir comment, historiquement, s'est introduite cette notion à propos de l'évaluation des aires. Partant de l'exemple célèbre de la parabole, auquel reste attaché le nom immortel d'Archimède, il montre comment, la notion d'aire étant admise, son expression analytique conduit à la recherche d'une fonction ayant pour dérivée une fonction donnée. Mais, une fois le problème ainsi posé, il l'aborde directement sans faire appel à l'intuition géométrique. La méthode très rigoureuse, par laquelle il démontre l'existence de l'intégrale définie, diffère de celles que l'on rencontre dans d'autres ouvrages similaires. Fondée sur la définition des limites supérieure et inférieure d'un ensemble, elle nous paraît ne le céder à aucune autre sous le rapport de la simplicité.

Il y a lieu de signaler aussi, parmi les applications immédiates de l'intégration par parties, l'ingénieuse démonstration, due à M. D. Hilbert, du théorème d'Hermite sur la transcendance de e.

Dès ce chapitre est également introduite la notion d'intégrale curviligne dont toutes les propriétés fondamentales se trouvent ainsi établies à leur place logique.

A propos des méthodes d'interpolation, dont l'exposé clôt le chapitre, il convient de noter que celle de Gauss, à l'encontre de ce qui se fait ordinairement, est ici rendue indépendante de la formule de Taylor et déduite d'un théorème de Weierstrass applicable à toute fonction continue.

Dans le Chapitre V sont étudiées les intégrales indéfinies réductibles aux fonctions élémentaires, sujet éminemment clas-

sique, présenté ici avec une incomparable netteté, et sont introduites les intégrales elliptiques et ultra-elliptiques. A l'occasion de celles-ci, l'auteur fait connaître une classe étendue d'intégrales pseudo-elliptiques.

Pour le calcul des intégrales doubles, auquel a trait le Chapitre VI, M. Goursat a introduit une grande souplesse dans la méthode en laissant indéterminées les courbes qui décomposent le champ d'intégration en parties plus petites, et même les points auxquels on se réfère dans chacune de ces parties. Il en résulte une sensible commodité pour ramener le calcul à celui de deux intégrales simples successives.

L'auteur donne une méthode qui lui est propre pour les changements de variables, ainsi qu'une définition nouvelle, très satisfaisante, de l'aire d'une surface courbe.

Il définit sans y insister les intégrales de surfaces et établit l'importante formule de Stokes.

Dans le Chapitre VII, à la suite des intégrales multiples, est abordée l'intégration des différentielles totales, très heureusement rapprochée ici de l'étude des intégrales curvilignes. Cette méthode a l'avantage d'introduire la notion capitale de période de la façon la plus naturelle.

L'étude des séries est entamée dans le Chapitre VIII qui débute par un exposé substantiel de leurs propriétés générales. A propos de la règle générale de convergence, est introduite la notion de *la plus grande des limites* due à Cauchy. Il est à remarquer que l'auteur est parvenu à mettre sensiblement plus d'unité dans l'exposé des diverses règles classiques de convergence. La différentiation sous le signe intégral est rattachée à l'étude des séries uniformément convergentes.

Le Chapitre IX est spécialement consacré aux deux catégories de séries les plus importantes pour les applications : les séries entières et les séries trigonométriques. L'exposé ne vise ici que le cas des variables réelles ; mais, ainsi que le remarque l'auteur, le passage au cas des variables imaginaires se fait par la simple substitution du terme de *module* à celui de *valeur absolue*.

A titre de particularité, il y a lieu de noter ici l'emploi très étendu et très heureux des *fonctions majorantes*, notamment pour l'étude de la substitution d'une série dans une autre série et pour la démonstration du théorème des fonctions implicites, qui se trouve ainsi établi sans le secours des équations différentielles.

Les Chapitres X, XI et XII traitent des applications classiques

des notions de différentielle et d'intégrale aux courbes planes, aux courbes gauches et aux surfaces, voire même aux congruences et aux complexes de droites. L'auteur ne s'y départit nulle part de la stricte rigueur apportée dans l'exposé des principes purement analytiques, ce qui le conduit, sur plusieurs points, à s'écarter des voies ordinaires, notamment en ce qui concerne l'ordre des contacts entre courbes planes ou gauches.

Chaque chapitre est accompagné d'un certain nombre d'énoncés d'exercices heureusement choisis.

Le compte rendu trop succinct qui vient d'être donné de l'excellent ouvrage de M. Goursat ne saurait faire naître l'idée des trésors de science et, dirons-nous aussi, de conscience qu'y a dépensés l'auteur. Admirablement propre à satisfaire aux besoins des étudiants, il sera aussi, pour bien des maîtres, un guide très sûr et très précieux qui leur permettra d'approprier leur enseignement aux exigences des méthodes modernes sans le détourner du but d'utilité immédiate vers lequel il ne doit cesser de tendre. Le Traité de M. Goursat est vraiment, dans le domaine supérieur, un modèle de livre classique.

M. d'Ocagne.

II

Éléments de la Théorie des fonctions elliptiques, par Jules Tannery et Jules Molk. Tomes III et IV *(Calcul intégral)*. Deux vol. in-8° de 267 et 303 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1898 et 1902.

Nous avons, pour rendre compte du Tome III de ce traité, attendu l'apparition du Tome IV, la réunion de ces deux volumes constituant un ensemble qui comprend les applications de la théorie des fonctions elliptiques au calcul intégral (1).

La lente élaboration de l'ouvrage dit assez le soin extrême avec lequel il a été composé, et, de fait, c'est de ce soin, avant tout, qu'il convient de louer les auteurs, car il s'attache au fond non moins qu'à la forme. Il leur a permis de pousser jusque

(1) Voir les comptes rendus des Tomes I et II dans les livraisons de juillet 1893 (p. 274) et juillet 1896 (p. 265) de la Revue.

dans les moindres détails l'œuvre de codification qu'ils ont entreprise, et de faire pénétrer partout la lumière qu'ils ont voulu répandre sur la théorie. Un tel travail correspond presque à la réinvention de notions déjà acquises, mais non encore parvenues peut-être à la forme propre à leur diffusion. Sans doute, pourrions-nous nous borner à cette appréciation d'ordre général. Mais tout en passant rapidement sur les parties qui peuvent être aujourd'hui considérées comme définitivement classiques — auxquelles d'ailleurs, tout aussi bien qu'aux autres, s'applique la remarque générale qui vient d'être faite — nous croyons devoir dire quelques mots des divers points de leur exposé sur lesquels les auteurs ont plus particulièrement fait montre d'originalité propre.

Les quatre premiers chapitres traitent des applications du théorème de Cauchy sur les intégraîes d'une fonction de variable imaginaire, des applications de la formule d'Hermite pour la décomposition des fonctions doublement périodiques en éléments simples, de divers théorèmes généraux développés dans l'ordre d'idées de Briot et Bouquet, enfin des théorèmes d'addition et de multiplication. Toutes ces questions appartiennent au domaine classique et il nous suffira, à leur occasion, en renouvelant l'observation d'ordre général présentée plus haut, de signaler que les calculs y sont poussés très loin, particulièrement à l'aide des notations de Weierstrass.

Dans le Chapitre V, qui contient les développements en séries trigonométriques, on doit remarquer le soin avec lequel est étudiée la fonction $ls(v)$ lorsque v est une variable complexe. Cette étude aboutit à une définition précise, sans nulle ambiguïté, dans tout le plan, des fonctions $\log \Im(v)$, dont la considération importe au plus haut point pour la théorie des intégrales elliptiques de troisième espèce, exposée plus loin. D'ailleurs, les divers développements en séries trigonométriques sont donnés avec non moins de détail que dans le grand traité d'Halphen.

Le Chapitre VI traite des intégrales des fonctions doublement périodiques. Les auteurs y montrent certaines déterminations de telles intégrales lorsque le chemin d'intégration est donné. A titre de particularité, disons qu'en outre de la méthode qui résulte de la considération des séries trigonométriques, les auteurs développent avec détail une autre méthode ne convenant qu'au cas normal ($o < q < 1$), de beaucoup le plus important pour les applications, et qui est fondée sur l'étude de la représentation conforme définie par la fonction $\Im(v)$. Cette méthode,

dont l'exposé contient la démonstration de plusieurs propositions du formulaire de M. Schwarz, a l'avantage, en permettant de lever d'une façon très simple toute ambiguïté dans la détermination de $\log \vartheta(v)$, de supprimer de gros efforts d'attention, immense service rendu à ceux qui ont à manier cette algorithmie si délicate. Elle s'applique très élégamment plus loin au problème du pendule sphérique.

La théorie de l'inversion s'ouvre avec le Chapitre VII. Dans tout ce qui précède, supposant donnés soit les périodes, soit leur rapport, on a appris à construire les diverses fonctions elliptiques, les constantes y intervenant étant définies soit par des produits infinis, soit par des séries. Ce n'est pas ainsi que les choses se présentent en réalité. Ce qui est donné ce sont certains invariants liés à ces fonctions (coefficients d'équations différentielles auxquelles elles satisfont), et il s'agit alors de montrer qu'il existe des périodes, ou un rapport de périodes, permettant de constituer de telles fonctions pour lesquelles les invariants en question aient précisément les valeurs données, et cela en faisant connaître *toutes* les solutions du problème. De là, la théorie traitée par les auteurs avec infiniment de détail, de rigueur et de précision. Divers problèmes, d'une rare difficulté, — comme celui qui consiste à obtenir toutes les solutions en k^2 lorsque τ est donné — reçoivent ici des solutions directes amenant les choses jusqu'au point précis où pourrait intervenir le calcul numérique. La nature du recueil où paraissent ces lignes nous interdisant certains développements trop purement analytiques, nous devons nous borner à ces indications un peu vagues sur ce morceau capital de l'ouvrage, mais nous ne craignons pas d'être démenti en avançant que le bel enchaînement de cette théorie, la rigueur et la nouveauté des démonstrations sont faits pour captiver la faveur des mathématiciens.

Le problème de l'inversion pour les fonctions $sn\, u$ et $p(u)$, qui fait l'objet du Chapitre VIII, fournit aux auteurs l'occasion d'établir certains développements très convergents qui avaient été donnés sans démonstration dans le formulaire de M. Schwarz.

Le Tome IV s'ouvre avec le Chapitre IX consacré à l'évaluation des intégrales portant sur les différentielles qui contiennent en dénominateur la racine carrée d'un polynome du quatrième degré, intégrales qui se ramènent, comme on sait, à certaines formes normales. Il y a lieu de signaler à part l'étude de la fonction inverse de $p(u)$, ramenée à un type univoque grâce à des coupures convenables. L'identité de la fonction ainsi définie avec

celle qui est donnée par les séries permettant le calcul numérique, est d'ailleurs rigoureusement établie par une note spéciale donnée après le tableau de formules dont il sera question plus loin.

Le Chapitre X, consacré aux intégrales elliptiques, a surtout pour but de raccorder entre eux les trois systèmes classiques de notation de Legendre, de Jacobi et de Weierstrass.

Le problème qui fait l'objet du Chapitre IX est repris en détail, dans le Chapitre XI, au point de vue de Weierstrass, c'est-à-dire résolu au moyen de substitutions birationnelles.

Dans le Chapitre XII sont étudiées, également d'après Weierstrass, les équations aux dérivées partielles que vérifient les fonctions σ ainsi que les dérivées des constantes liées à ces fonctions par rapport à g_2 et g_3.

Un tableau de formules, qui n'occupe pas moins de 80 pages, et qui est dressé avec un soin et une perfection typographique sans égal, résume tous les résultats précédemment établis, en vue des applications.

Les auteurs n'ont d'ailleurs pas manqué de grouper en deux chapitres substantiels, placés à la suite de ce tableau de formules, les premières applications classiques des fonctions elliptiques d'une part à la Géométrie et à la Mécanique, de l'autre à l'Algèbre et à l'Arithmétique. C'est à propos de ces applications qu'on peut le plus facilement se rendre compte de l'admirable netteté qui résulte du soin apporté par les auteurs au développement de la théorie.

Après cinq notes traitant de divers sujets qui se lient à cette théorie, le volume se termine par un morceau du plus haut intérêt, qui vient encore ajouter à l'éclat de l'ouvrage : une lettre que, peu de temps avant sa mort, M. Hermite adressait à M. Tannery, et dans laquelle l'illustre géomètre donnait pour la première fois la démonstration de formules importantes qu'il avait fait connaître dès 1858. Il est inutile d'insister sur l'attrait de premier ordre que doit avoir aux yeux de tous les mathématiciens cette suprême manifestation de la pensée de l'un des plus grands analystes dont l'histoire de la science aura à enregistrer le nom. L'heureuse fortune d'une addition de cette valeur ne pouvait échoir qu'à un ouvrage d'un mérite aussi incontesté que celui de MM. Tannery et Molk.

Ajoutons que la lecture de la lettre d'Hermite suppose certaines connaissances arithmétiques que les auteurs ont su admirablement résumer en quelques pages.

M. d'Ocagne.

III

TRAITÉ DE MÉCANIQUE RATIONNELLE, par P. APPELL, membre de l'Institut, professeur à l'Université de Paris. Tome III : *Équilibre et mouvement des milieux continus*. Un vol. in-8° de 558 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1902.

Le Tome III et dernier (1) du grand Traité de Mécanique de M. Appell réalise, dans le domaine des mathématiques appliquées aux sciences physiques, un progrès considérable qu'il convient de souligner.

La Mécanique des fluides, lentement élaborée par des voies empiriques, ne pouvait évidemment attendre de réels perfectionnements que de l'intervention de l'analyse venant coordonner ses principes, uniformiser ses méthodes, généraliser ses résultats. Une telle œuvre restait à accomplir sous la forme d'un Traité rationnellement ordonnancé. Ce Traité, M. Appell vient de nous le donner et l'on peut proclamer bien haut qu'il n'est point au-dessous de ce qu'on était en droit d'attendre de l'éminent professeur, non moins réputé pour l'incomparable clarté de son enseignement que pour l'étendue de sa science et la puissance de son esprit d'invention.

(1) On a rendu compte des Tomes I et II de cet ouvrage dans les livraisons d'avril 1894 (p. 621) et de juillet 1896 (p. 260) de cette REVUE. Une seconde édition du Tome I vient de paraître. Elle offre des changements considérables par rapport à la précédente. L'auteur y a repris l'exposé des principes d'après un plan tout nouveau proposé par M. Blondlot, professeur à l'Université de Nancy, au Congrès international de philosophie de 1900. Il a modifié sa méthode sur plusieurs points, notamment en ce qui concerne l'établissement des conditions nécessaires d'équilibre, pour lequel il s'est inspiré de la marche suivie en Dynamique, pour la démonstration des théorèmes généraux. Dans les équations générales d'équilibre déduites du théorème des déplacements virtuels, il a introduit la distinction fondamentale, découverte par Hertz, des systèmes *holonomes* et *non holonomes*. Il a consacré aussi un paragraphe nouveau aux conditions d'équilibre d'un système comportant des liaisons unilatérales telles que celles qui sont réalisées au moyen de fils. Il a ajouté des exemples nouveaux d'application, comme celui qui a trait à l'équilibre de l'élastique plane, développé certains autres (mouvement vertical des projectiles; gravitation universelle), incorporé enfin dans le premier volume les équations canoniques de la Dynamique du point, primitivement rattachées au second.

Une nouvelle édition du Tome II est aussi en préparation.

Sans parler de l'heureuse influence qu'un tel livre est appelé à exercer sur l'avenir de la science dont il traite, on peut le considérer pour sa beauté intrinsèque et affirmer qu'il sera la source d'une véritable jouissance intellectuelle pour quiconque est sensible au côté esthétique des Mathématiques.

Le volume s'ouvre, avec le Chapitre XXVIII, par une étude préliminaire relative aux intégrales de volumes, de surfaces et de lignes, sorte de prolégomènes géométriques offrant, par rapport aux développements subséquents, le même genre d'utilité que la théorie des vecteurs par rapport à diverses parties de la Mécanique. Ces généralités visent d'ailleurs les champs continus de vecteurs dont l'étude est présentée ici sous une forme plus systématique et plus cohérente que d'habitude. Il faut aussi remarquer le soin qu'a eu l'auteur de mettre en évidence de nouveaux vecteurs ou des fonctions, sortes d'invariants, qui ont des significations indépendantes du choix des axes et peuvent recevoir une interprétation physique (tourbillons des vecteurs). La formule classique de Green, celle de Stokes, dont un cas particulier avait été remarqué par Ampère à propos d'une recherche électromagnétique, sont établies ici en toute rigueur.

La théorie de l'attraction et du potentiel est développée dans toute sa généralité au Chapitre XXIX de façon à comprendre aussi bien le cas de l'attraction électrique ou magnétique que celui de l'attraction newtonienne. L'auteur débute par le cas des points isolés, ce qui le conduit à approfondir la notion de flux de force et à établir, à cette occasion, le célèbre théorème de Gauss et la classique équation de Laplace. Il passe de là au cas des masses continues, et, tout d'abord, à celui des surfaces attirantes présentant une couche soit simple, soit double, comme les feuillets magnétiques. Cela l'amène, en passant, à traiter le problème des actions mutuelles d'un courant et d'un aimant (à l'occasion duquel il fait justice, d'après M. Lippmann, d'un ancien paradoxe fondé sur une fausse interprétation du phénomène), et celui de l'action d'un courant fermé sur un point magnétique, qui lui fournit un joli exemple d'application de la formule de Stokes. Pour le potentiel de volume, les difficultés relatives à la continuité et à l'existence des dérivées secondes sont levées avec une simplicité bien faite pour exciter l'admiration de ceux qui ont eu occasion de se rendre compte combien épineux est ce genre de question. C'est merveille de voir comment M. Appell sait aplanir les obstacles sous les pas de l'étudiant au point de lui faire trouver tout simple et tout facile. En raison de leur importance au

point de vue des applications subséquentes, l'auteur s'étend avec quelque détail sur les propriétés générales des fonctions vérifiant l'équation de Laplace. A la fin du chapitre, il aborde la question délicate de reconnaître dans quels cas le problème de l'attraction conserve un sens lorsqu'on suppose que la masse attirante devient indéfinie. Il est remarquable que ce sens, qui peut être précisé dans le cas d'une droite ou d'un cylindre indéfinis, cesse d'exister dans le cas du plan.

A la suite de cette digression, essentielle au sujet traité, mais d'ordre plutôt analytique, M. Appell revient, dans le Chapitre XXX, au domaine plus spécial de la Mécanique en abordant l'étude des efforts à l'intérieur d'une masse continue soit en équilibre, soit en mouvement, étude qui sert d'introduction à la fois à l'Hydrostatique, à l'Hydrodynamique et à l'Élasticité. L'auteur a soin, dès le début, d'insister sur les hypothèses physiques admises. Au point de vue de la méthode mathématique, il est très remarquable qu'à l'exemple, croyons-nous, de certains auteurs allemands tels que Kirchhoff, il fait un usage constant de la formule de Green pour transformer les intégrales de surfaces en intégrales de volumes, au lieu de raisonner sur des éléments infiniment petits, ce qui conduit à des démonstrations beaucoup plus satisfaisantes. L'introduction de la quadrique directrice fournit d'ailleurs une image saisissante de la distribution des efforts autour de tout point de la masse considérée.

L'Hydrostatique fait l'objet du Chapitre XXXI. Après avoir, avec une parfaite netteté, établi la distinction entre fluides parfaits et fluides visqueux, l'auteur montre que les conditions générales d'équilibre sont les mêmes dans les deux cas. Une application fort intéressante est donnée à l'établissement de la formule barométrique de Laplace, amenée d'ailleurs à la forme même sous laquelle elle figure à l'*Annuaire du bureau des longitudes*. Le cas des fluides superposés est traité de façon assez générale.

Lorsque la température est constante dans toute la masse fluide en équilibre, ce qu'on exprime en disant que l'équilibre est *isotherme*, l'analyse prouve que les forces doivent nécessairement dériver d'une fonction de forces *uniforme*. Bien que cela n'offre qu'un intérêt purement théorique, il est très curieux de constater, avec M. Appell, que dans le cas d'une fonction de forces non uniforme, l'équilibre ne peut être réalisé que par l'adjonction de cloisons physiques, matérialisant en quelque

sorte les coupures analytiques servant à assurer l'uniformité dans le domaine de la théorie des fonctions.

A titre d'application, l'auteur traite des figures ellipsoïdales d'équilibre des fluides soumis à une rotation uniforme et donne le beau théorème de M. Poincaré sur l'impossibilité d'un tel équilibre lorsque la vitesse angulaire dépasse une certaine limite dépendant de la densité du liquide. Il le fait suivre d'indications bibliographiques précieuses pour les travailleurs soucieux d'aborder cet ordre de recherches qui semble encore loin d'être épuisé.

L'étude particulière de l'équilibre des fluides pesants prend, à la suite de ces généralités, une grande précision. Elle est suivie d'un paragraphe spécial sur l'équilibre des corps flottants, qui, pour les amateurs de Géométrie, est un des plus séduisants de l'ouvrage. A la suite de la belle méthode géométrique donnée par Dupin pour établir les conditions d'un tel équilibre, l'auteur expose, en effet, celle, d'une rare élégance, par laquelle le commandant Guyou a, dans sa *Théorie du navire*, ramené la discussion de la stabilité de cet équilibre à celle de l'équilibre d'un corps solide pesant reposant sur un plan horizontal.

Avant d'aborder l'étude des fluides en mouvement, l'auteur a jugé utile d'élucider, dans deux chapitres spéciaux, les notions relatives à la déformation et à la Cinématique des milieux continus.

Le Chapitre XXXII constitue donc, à proprement parler, un exposé de la Géométrie des milieux continus. L'auteur y suit la méthode fondée sur la considération du ds^2, analogue à celle qui permet d'étudier la déformation des surfaces, et dont MM. Cosserat ont tiré un excellent parti dans un mémoire aujourd'hui classique sur la matière. La détermination de toutes les déformations finies autour d'un point, réduites à des dilatations linéaires et angulaires, se ramène à la considération d'un ellipsoïde qui joue un rôle analogue à l'indicatrice en un point d'une surface.

Le cas particulier de la transformation homographique conservant le plan de l'infini, qui est celui de la déformation dite *homogène*, d'après Lord Kelvin, donne lieu à un paragraphe spécial en raison de la simplicité qui s'introduit alors dans les résultats. Si, en outre, trois directions rectangulaires restent inaltérées, la déformation est dite *pure*. De telles déformations permettent de définir tangentiellement l'allure d'une déformation quelconque.

Les formules et les théorèmes généraux se simplifient dans le cas d'une déformation infiniment petite pour prendre une forme d'ailleurs parfaitement classique.

La Cinématique des milieux continus, traitée dans le Chapitre XXXIII, doit ses plus grands développements à Helmholtz; mais il est très remarquable qu'ici encore, comme dans tant d'autres parties de la science, c'est Cauchy qui a été le premier initiateur. C'est, en effet, la *rotation moyenne en un point* de Cauchy qui est devenue le *tourbillon* d'Helmholtz. La réunion de deux tels noms au seuil d'une théorie suffit à en faire pressentir l'importance. Deux systèmes fondamentaux de variables sont ici en présence : celui de Lagrange et celui d'Euler. L'auteur établit d'abord les généralités qui s'y rapportent et renouvelle ce fond classique en le rattachant de façon systématique à la théorie des vecteurs, ce qui le conduit à une définition des plus satisfaisantes des lignes de tourbillons. Notons, en passant, une curieuse remarque de M. Boussinesq sur la rotation moyenne en un point et l'ingénieuse définition mécanique du tourbillon due à M. Stokes.

La dernière partie du chapitre est réservée à la théorie, fort intéressante, de la propagation des ondes, dont les fondements ont été posés par Hugoniot, enlevé trop tôt à la science. C'est Hugoniot qui, le premier, a donné la définition précise d'une discontinuité dans le mouvement d'un fluide, définition généralisée depuis lors par M. Hadamard qui a en outre fourni un mode de représentation remarquable, fondé sur la considération des vecteurs.

L'exposé, si clair, donné par M. Appell, de cette théorie étendue aux discontinuités des deux premiers ordres peut être, croyons-nous, signalé comme une véritable nouveauté dans le domaine didactique.

Le Chapitre XXXIV nous ramène à la Mécanique proprement dite en nous initiant à la Dynamique des fluides parfaits, c'est-à-dire de ceux où la viscosité ne joue aucun rôle, cas limite dont la réalité approche plus ou moins.

Après avoir défini la pression en un point et posé les équations fondamentales, l'auteur aborde la question au moyen des variables de Lagrange. Parmi les applications traitées par cette voie, on peut citer la très belle démonstration de Cauchy pour le théorème de Lagrange visant le cas où il existe un potentiel des vitesses, démonstration à l'occasion de laquelle l'illustre géomètre avait précisément donné les équations d'où devait,

avec Helmholtz, sortir la notion de tourbillon. Ces équations conduisent d'ailleurs à d'autres, dues à Weber, et qui présentent le haut intérêt de fournir un système du premier ordre. Il ne semble d'ailleurs pas qu'on ait jusqu'ici tiré grand parti de ce système au point de vue des applications ; ce pourrait être là un intéressant sujet de recherche.

Une application particulièrement curieuse est celle qui a trait à la propagation d'une discontinuité du deuxième ordre dans un gaz et qui conduit au théorème de Hugoniot établissant la possibilité d'obtenir la vitesse du son sans intégration, simplement à l'aide des conditions de compatibilité. Cette étude fait ressortir qu'une discontinuité transversale ne saurait se propager dans un fluide parfait, d'où la nécessité d'attribuer à l'éther des propriétés différentes de celles d'un tel fluide.

Pour le cas d'un mouvement défini dans un système quelconque de coordonnées, M. Appell établit des équations analogues à celles dites de Lagrange dans le cas d'un point matériel.

La question est ensuite reprise au moyen des variables d'Euler qui conduisent notamment, de façon très directe, aux célèbres équations de Helmholtz qui dominent la théorie des tourbillons. L'auteur est parvenu, en outre, à généraliser de façon très simple les équations d'Euler pour le cas d'un système quelconque de coordonnées.

Le mouvement permanent fait l'objet d'un paragraphe spécial, très classique par le fond, mais qui emprunte au mode d'exposition de l'auteur une remarquable netteté.

Le cas particulier où tous les tourbillons sont nuls et où les vitesses dérivent d'un potentiel est, sous le nom de mouvement permanent *irrotationnel*, traité à part. Il donne lieu à la théorie des sources et doublets qui présente une curieuse analogie avec celle de l'attraction et offre des exemples d'application du *principe des images* de Lord Kelvin.

La théorie des tourbillons occupe le Chapitre XXXV. Elle puise son importance dans ce fait qu'elle intervient partout où il y a champ de vecteurs, ce qui, d'après Lord Kelvin, permet d'en faire la base d'une explication mécanique de l'univers supposé constitué par une matière continue dont certaines portions seraient animées de mouvements tourbillonnaires indestructibles.

A la suite des généralités sur les lignes, surfaces et tubes de tourbillon, l'auteur examine les propriétés de la partie du fluide animée d'un mouvement irrotationnel dont l'ordre de connexion donne lieu à une discussion fort délicate.

La détermination des vitesses en fonction des tourbillons fait naître un problème difficile dont M. Appell développe complètement la solution dans le cas d'un liquide indéfini. Cette solution fait surgir une analogie électromagnétique assez inattendue, en vertu de laquelle la part contributive d'un anneau de tourbillon infiniment délié dans la vitesse d'un point, peut être représentée par l'action d'un courant électrique parcourant cet anneau sur un pôle magnétique situé en ce point.

Lorsque tous les anneaux de tourbillon sont circulaires et de même axe, la solution poussée jusqu'au bout conduit à de curieuses conséquences vérifiables au moyen du phénomène bien connu des *anneaux des fumeurs*.

L'auteur montre ensuite à l'aide de quel artifice le cas général d'un liquide contenu dans un vase fermé fixe peut être ramené à celui d'un liquide indéfini ; il fait enfin connaître en quelques pages les notations que Clebsch a introduites dans la question et qui se rattachent à une importante propriété analytique des surfaces de tourbillon.

Diverses applications pratiques (écoulement dans un canal à parois parallèles ; déversoir horizontal) donnent un intérêt spécial aux mouvements parallèles à un plan fixe, examinés dans le Chapitre XXXVI. Cette étude comprend d'ailleurs deux parties, l'une relative au mouvement irrotationnel, l'autre aux mouvements tourbillonnaires. Le premier comprend notamment la propagation des ondes parallèles à la surface d'un liquide pesant, problème dont l'auteur développe la solution suivie de rapides indications sur l'onde solitaire et les jets liquides.

Quant aux mouvements tourbillonnaires parallèles à un plan fixe, il est fort curieux et vraiment inattendu que leurs équations se réduisent à la forme canonique. Comme exemple d'un tel mouvement ondulatoire, l'auteur traite le problème de la houle ramené à l'étude des ondes trochoïdales de Gerstner.

L'étude générale, développée au Chapitre XXX, de l'équilibre et du mouvement intérieur d'une masse continue, s'applique trop immédiatement aux notions fondamentales de la théorie de l'Élasticité pour que l'auteur ait pu se dispenser de les aborder dans son ouvrage ; aussi leur a-t-il réservé le Chapitre XXXVII qui se borne d'ailleurs aux déformations infiniment petites. Il y a lieu de mentionner le soin avec lequel M. Appell insiste, en ces matières classiques, sur les conditions limites, les conditions initiales et l'existence d'une solution unique. Il s'étend surtout sur le cas de l'équilibre élastique et signale, chemin faisant,

l'importance des beaux travaux de MM. E. et F. Cosserat à qui l'on doit une méthode nouvelle se rattachant de façon fort intéressante à la théorie moderne des fonctions et conduisant à la solution de problèmes inabordables jusque-là. Le développement des applications de cette méthode serait encore un sujet de recherche à proposer aux jeunes travailleurs en quête d'un objet utile pour leur activité scientifique.

Le Chapitre XXXVIII et dernier contient quelques indications sur les équations du mouvement d'un fluide visqueux.

Il est très remarquable qu'en dépit de la nouveauté et de la difficulté de la plupart des questions abordées dans ce volume, l'auteur a su grouper, à la fin de chaque chapitre, un certain nombre d'exercices offerts à la sagacité du lecteur et propres à l'engager dans la voie des découvertes personnelles.

Tel est, en ses grandes lignes, le beau livre de M. Appell, et, si nous pouvions appliquer à une œuvre de haute science un vocable aujourd'hui très à la mode, nous ajouterions qu'il n'en est point de plus " suggestif ". Il est évidemment appelé à marquer le début d'une phase nouvelle dans les progrès de la Mécanique des fluides, en permettant aux nouveaux chercheurs de s'initier promptement et de façon sûre à maintes théories modernes, éparses jusqu'ici en de nombreux recueils et que l'auteur, avec une maîtrise supérieure, est parvenu à grouper dans un exposé d'ensemble d'une étincelante clarté, tout en les complétant ou les perfectionnant pour sa part sur bien des points. Tout particulièrement, les ingénieurs convaincus que les progrès de leur art sont liés à ceux de la Physique mathématique, et que pouvait précédemment rebuter l'effort exigé par de multiples lectures sur des sujets théoriques parfois sans lien apparent entre eux, auront là désormais un guide non moins sûr qu'attrayant qui leur permettra de coordonner leurs recherches en vue de nouvelles conquêtes. Sans plus attendre, on peut dire que ce remarquable ouvrage est de ceux qui dès le jour de leur apparition prennent place parmi les classiques.

M. d'Ocagne.

IV

Cours de dessin scientifique, à l'usage de l'enseignement moyen, de l'enseignement normal et de l'enseignement industriel, par O. Lambot, professeur à l'Athénée royal d'Arlon. Un vol. in-8°, VIII-159 pages, et un Atlas, in-8°, 17 pl. (234 fig.). — Bruxelles, A. Castaigne, 1902.

Très large et très méritée est la place occupée par la science du dessin dans les programmes des Athénées, des Écoles normales et des Écoles professionnelles et industrielles. Aucun ouvrage ne nous paraît autant que le *Cours* du professeur de l'Athénée royal d'Arlon répondre aux raisonnables exigences de ces programmes et aux exigences plus délicates d'une saine et fructueuse pédagogie.

Énumérer les chapitres principaux de ce manuel, c'est rappeler les branches essentielles du programme élémentaire de la science du dessin : — branches d'ordre théorique, dont l'ensemble constitue le *Dessin géométrique :* projections orthogonales, perspective linéaire, perspective cavalière, tracé des ombres, théorie des couleurs ; — branches d'ordre immédiatement pratique, qui constituent le *Dessin technique :* répartition de la lumière et de l'ombre, lavis, systèmes de notations, emploi des instruments. Or ces diverses branches sont traitées, d'ordinaire, séparément en des livres coûteux et écrits pour la plupart en vue de l'enseignement universitaire. L'ouvrage présent est complet dans son plan et est écrit par un professionnel de l'enseignement moyen. De plus, il est sûr dans sa doctrine, ni trop sobre dans ses théories, ni prolixe dans ses pages pratiques ; généralement concis, comme un livre de texte, que l'élève doit bien connaître ; assez suggestif pour que le maître y trouve, dans la préparation de l'explication familière orale, la matière de développements utiles et intéressants.

Ajoutons qu'il s'adapte parfaitement au but véritable de l'enseignement du dessin scientifique dans les classes d'humanités et les classes professionnelles.

A propos de ce cours, écrit précisément en vue de ces élèves, le lecteur nous permettra de rappeler le rôle principal, si nous ne nous faisons illusion, de l'enseignement du dessin dans les établissements de l'instruction secondaire. Un professeur peut

exposer à des jeunes gens la science et l'art du dessin, soit afin d'éveiller et de former chez eux les facultés esthétiques, soit afin de développer l'esprit de logique et l'esprit d'observation. Or l'éducation esthétique, qui est un but principal dans les académies de dessin, n'est dans l'enseignement moyen habituel qu'un but secondaire. Un maître habile et doué lui-même du sens esthétique ne peut certes négliger entièrement ce but ; mais il l'atteindra avec plus de sûreté et à moins de frais par d'autres moyens : conférences d'art, examens de bonnes collections de gravures, indication et correction de petits devoirs de critique artistique. Le but principal de son enseignement est autre. C'est de développer chez l'élève les facultés d'observation et les facultés discursives, et d'accoutumer l'intelligence à voir les choses avec netteté et précision, à comparer, à raisonner, à juger avec ordre et rigueur. Il en est donc de l'enseignement du dessin linéaire dans les athénées et collèges comme de l'enseignement, dans ces mêmes milieux, des mathématiques et des sciences. C'est un lieu commun dans les causeries pédagogiques, de notre temps comme au siècle de Platon, de disserter sur l'influence éducatrice spéciale des mathématiques, notamment de la géométrie, et des sciences, notamment aujourd'hui des éléments de physique. Mais cette action propre d'un enseignement bien donné des mathématiques et des sciences, l'intelligence de l'adolescent n'est guère apte à la subir d'une manière vraiment heureuse et profonde que dans les deux ou les trois dernières années du cours de ses études moyennes Il est un livre dont l'autorité reste inébranlée, écrit sur ce sujet il y a tantôt cent ans par celui qui fut le restaurateur même de l'enseignement mathématique en France après la Révolution, le sage Lacroix (1). Or, à propos de l'ordre normal d'apparition des diverses facultés dans l'intelligence de l'élève, voici les observations de ce maître expérimenté : l'esprit des *combinaisons numériques* et la faculté des *représentations perspectives* apparaissent chez l'enfant dès l'âge où il fréquente l'école primaire; mais ce n'est qu'à une époque bien plus tardive, vers 16 ou 17 ans, souvent un ou deux ans plus tard, rarement un an plus tôt, que se montrent les

(1) *Essai sur l'Enseignement en général et sur celui des Mathématiques en particulier*, Paris, 1805. Sur cette matière ce livre est excellent entre tous ; son seul tort est qu'il soit devenu presque introuvable. M. P. Mansion en a analysé quelques passages dans ses *Notes sur l'enseignement des Mathématiques dans les Collèges*, 1876 (Annales de la Société scientifique de Bruxelles, t. I, 1875-1876, pp. 160-170).

facultés discursives, qui font déduire d'un principe toutes ses conséquences ; puis, après quelque temps, la *faculté critique*, qui fait choisir et éprouver les principes et les lois du raisonnement, et enfin, peu après celle-là, la faculté de la *mécanique*, ou la facile compréhension de l'équilibre et des lois du mouvement.

L'enseignement des mathématiques et des sciences n'atteint donc pleinement son but éducatif que dans les classes supérieures. Or, il y a une science dont l'enseignement bien organisé produit dès les classes élémentaires des fruits analogues. C'est le dessin linéaire, tel du moins que l'ont compris, par exemple, les auteurs du programme officiel des athénées, programme où tout l'enseignement du dessin, depuis la septième et la sixième, est minutieusement détaillé et commenté. Cet enseignement, comme celui de l'arithmétique bien donné, prépare on ne peut mieux les facultés logiques naissantes de l'enfant à leur développement ultérieur, et il éveille et discipline merveilleusement deux facultés souverainement précieuses : l'esprit d'attention et l'esprit d'observation. Il s'agit ici, non point tant du dessin à main libre, du dessin d'ornements et du dessin de bustes, auxquels l'élève pourra consacrer dans la suite un ou deux ans, mais du dessin linéaire, dessin de précision, dessin aux instruments. Aussi bien que les mathématiques et la physique, le dessin linéaire ou scientifique est une science exacte, par la précision de ses relevés et par la rigueur de ses tracés ; une science déductive, par ses démonstrations parfaites, mais ici toutes intuitives et toutes parlantes, et par la liaison logique de ses constructions ; une science d'observation et d'expérimentation, mais portant sur des faits simples, intéressants, suggestifs. Comme la géométrie, à laquelle il se rattache et dont il prépare excellemment l'étude, comme la géométrie descriptive, qui en est le couronnement le plus élevé et le plus parfait, le dessin linéaire, même très élémentaire, se prête aux problèmes les plus variés; et dans le dessin comme en géométrie (où plus d'un professeur l'oublie trop souvent) rien n'est plus formateur, plus éducatif que les problèmes. Or, il se fait que la science du dessin s'allie d'elle-même à toutes les conditions psychologiques du jeune étudiant. L'âge des enfants de septième et de sixième, n'est-ce pas l'âge où se manifeste chez la plupart cette tendance à dessiner d'un trait approximatif et souvent expressif les objets les plus simples qui les entourent ? N'est-ce pas l'âge où ils décorent à l'envi les marges des *epitome* de silhouettes plus ou moins heureuses et de profils plus ou moins exacts ? Et si cette faculté des *représentations perspectives*,

comme l'appelait Lacroix, aussi bien que la faculté des combinaisons numériques, à laquelle s'adressent le calcul et l'arithmétique pratique, apparaissent de si bonne heure, c'est pour diminuer bientôt et même disparaître, si on les néglige ; c'est, au contraire, pour se développer régulièrement pendant quelques années, si on les cultive.

Ces considérations nous ont mené loin du livre de M. Lambot. Notre excuse est que c'est ce livre même qui nous les a suggérées. Peut-être même diffèrent-elles peu de l'esprit qui a inspiré toute la rédaction de cet ouvrage.

Revenons au livre même. Il s'adapte aux exigences habituelles et, croyons-nous, très justifiées des programmes : l'élève aborde les projections orthogonales en cinquième et la perspective en quatrième, et il n'étudie le Livre V de la géométrie qu'en seconde. Dans le Chapitre Ier, l'auteur traite les projections orthogonales en élaguant les démonstrations abstraites et suit la méthode expérimentale, qui fait *voir* la vérité des principes et fait *découvrir* les conséquences. Il ne néglige point les explications rigoureuses, chaque fois qu'elles sont abordables.

Le Chapitre II, sur la perspective linéaire, nous paraît être entièrement personnel à l'auteur. Au lieu de s'appuyer sur la théorie des projections centrales, beaucoup trop difficile pour l'élève dans les conditions supposées, l'auteur recourt à l'emploi régulier et inappréciable du perspectographe : c'est le nom de guerre, nom transparent, mais fâcheusement hybride, de l'humble et précieuse vitre rectangulaire ; rien n'égale les services réguliers de cet outil, que chaque élève a entre les mains et peut à tout moment dresser sur le bord du plan géométral, c'est-à-dire de la table à dessiner, rendue horizontale. L'auteur obtient ainsi, aidé de raisonnements ordinairement simples, la solution de tous les problèmes caractéristiques des cours plus savants de ses devanciers. Il évite d'un même coup les démonstrations pénibles et longues et les démonstrations plus faciles à moitié exactes, mais à moitié fausses.

Dans la perspective cavalière, au Chapitre III, l'auteur s'est inspiré des cours de notre regretté maître, N. Breithof ; il simplifie souvent ; de plus, il supprime, quand cela se peut, la ligne de terre.

Signalons au Chapitre V, dans le paragraphe du lavis, un théorème sur le tracé des zones isophotes qui est pratique et nous semble neuf.

Louons l'auteur d'avoir adopté les notations parlantes et sim-

ples, autant qu'agréables à la vue, préconisées les unes par Breithof, les autres par Olivier autrefois et par M. Chomé. Dans la partie technique finale, si concis soit-il, l'auteur est justement imbu de l'importance d'une bonne exécution des épures. L'ouvrage est abondant en exemples et en applications : il le faut pour une science d'ordre pratique.

L'atlas est réussi, complet et commode ; il plaira à l'élève autant qu'au maître.

Nous croyons que l'ouvrage de M. Lambot deviendra bientôt classique en de nombreux athénées et collèges et dans les écoles normales et les écoles moyennes soucieuses d'un bon enseignement du dessin. Là même où d'autres ouvrages seront préférés, le professeur trouvera dans ce livre de précieux et pratiques éléments pour la préparation de ses cours.

B. L.

V

Réflexions sur la Puissance motrice du feu et sur les Machines propres a développer cette puissance, par Sadi Carnot, ancien élève de l'École polytechnique (Réimpression fac-similé conforme à l'édition originale de 1824). Un vol. in-8° de IV-118 pages. — Paris, Librairie scientifique A. Hermann, 1903.

Nicolas-Léonard-Sadi Carnot naquit le 1 juin 1796 au petit Luxembourg, qu'habitait alors son père comme membre du Directoire. Il entra à l'École polytechnique à l'âge de 16 ans et fut, à sa sortie, classé dans le service du génie qu'il quitta en 1826. Une attaque de choléra l'enleva en quelques heures le 24 août 1832.

Le seul écrit qu'il ait achevé est le mémoire célèbre dont nous venons de transcrire le titre, et qu'il publia à Paris, chez Bachelier, en 1824. Ce petit travail, si mince de volume, mais d'une si grande importance, puisqu'il contenait en germe une science nouvelle et très vaste, la Thermodynamique, ne reçut au début qu'une publication très restreinte ; il advint que pendant près d'un demi-siècle bien peu de savants, même parmi ceux qui eussent surtout trouvé profit et intérêt à le lire, eurent connaissance de son texte.

Heureusement dix ans après sa publication, en 1834, Clapeyron donna, dans le JOURNAL DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, un commentaire des idées de Sadi Carnot qui devait plus tard ramener l'attention sur le mémoire original ; mais ce commentaire, pas plus que l'ouvrage lui-même devenu introuvable, n'eut d'influence immédiate sur la marche de la science. Les recherches de Mayer, de Colding et de Joule sur l'équivalent mécanique de la chaleur, le mémoire célèbre d'Helmholtz *Sur la Conservation de la Force*, la détournèrent de la voie que lui ouvraient les vues de Sadi Carnot, reprises seulement en 1849 par W. Thomson, aujourd'hui Lord Kelvin, dans les TRANSACTIONS de la Société royale d'Édimbourg (t. XVI).

Clausius, dont le nom est aujourd'hui indissolublement uni à celui de Carnot dans l'établissement des principes fondamentaux de la Thermodynamique, entra dans la même voie, en affermit les assises et en élargit les abords, mais sans avoir pu prendre connaissance du texte même de son illustre devancier. Parlant du mémoire de Carnot : " Je n'ai pu me procurer cet ouvrage, écrit-il en 1870, et je ne le connais que par les travaux de Clapeyron et Thomson ; c'est à ceux-ci que j'ai emprunté les passages que je cite plus bas. "

Aussi quand les ANNALES SCIENTIFIQUES DE L'ÉCOLE NORMALE réimprimèrent en 1872 (2me série, t. I, pp. 393-457) les *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, le directeur, Sainte-Claire Deville, pouvait-il dire, dans une note placée en tête de cette réimpression : " L'ouvrage de Sadi Carnot que nous réimprimons est complètement épuisé depuis longtemps. Tiré à un petit nombre d'exemplaires, ce mémorable travail est resté longtemps inconnu aux premiers auteurs de la Thermodynamique. C'est pour rendre service aux savants, privés de la lecture d'un ouvrage resté presque inédit, pour rendre un hommage éclatant et exceptionnel à la mémoire de Sadi Carnot que la Rédaction des ANNALES SCIENTIFIQUES DE L'ÉCOLE NORMALE réimprime aujourd'hui ses *Réflexions sur la Puissance motrice du Feu*. "

Six ans plus tard, M. H. Carnot, sénateur, faisait hommage à l'Académie des Sciences du manuscrit du mémoire de son frère, en même temps que de notes inédites, et annonçait la réimpression de l'opuscule de 1824, augmenté d'une notice biographique. Cette édition a paru, en 1878, chez Gauthier-Villars.

La nouvelle édition que nous donne aujourd'hui la librairie scientifique A. Hermann, est un fac-similé de l'édition *princeps*. On y a joint la lettre adressée par M. H. Carnot à l'Académie

des Sciences le 30 novembre 1878, et la reproduction d'une page des notes manuscrites conservées dans les archives de l'Institut. Voici le texte de cette page autographiée :

" La chaleur n'est autre chose que la puissance motrice, ou plutôt que le mouvement, qui a changé de forme. C'est un mouvement dans les particules des corps.

„ Partout où il y a destruction de P. M. (puissance motrice), il y a en même temps production de chaleur en quantité précisément proportionnelle à la quantité de P. M. détruite. Réciproquement, partout où il y a destruction de chaleur, il y a production de P. M.

„ On peut donc poser en thèse générale que la P. M. est en quantité invariable dans la Nature, qu'elle n'est jamais à proprement parler, ni produite, ni détruite. A la vérité elle change de forme, c'est-à-dire qu'elle produit tantôt un genre de mouvement, tantôt un autre, mais elle n'est jamais anéantie.

„ D'après quelques idées que je me suis formées sur la théorie de la chaleur, la production d'une unité de puissance motrice nécessite la destruction de 2,70 unités de chaleur.

„ Une machine qui produirait 20 unités de P. M. par kilogr. de charbon, devrait anéantir $\frac{20 \cdot 2,70}{7000}$ de la chaleur développée par la combustion ; $\frac{20 \cdot 2,70}{7000} = \frac{8}{1000}$ environ, c'est-à-dire moins de $\frac{1}{100}$. „

L'unité de puissance motrice dont il est ici question est définie ailleurs *le travail effectué en élevant 1 mètre cube d'eau à 1 mètre de hauteur*. Elle équivaut donc à 1000 kilogrammètres. L'unité de chaleur est la grande calorie ; son équivalent mécanique serait donc $\frac{1000}{2,70}$ ou 370 kilogrammètres. Rappelons qu'en 1842, Mayer, prenant pour bases de ses calculs, les valeurs du coefficient de dilatation et de la chaleur spécifique de l'air qui avaient cours à cette époque dans la science, arrivait au nombre de 365 kilogrammètres, voisin de celui de Carnot.

Cette nouvelle édition du célèbre mémoire sera bienvenue des physiciens. Ceux qui ne connaissent encore l'ouvrage de Carnot que par des extraits, ont maintenant toute facilité pour se procurer le plaisir et le profit de le lire, en se donnant par surcroît l'illusion qu'ils en prennent connaissance dans l'édition originale, aux feuillets jaunis et à l'impression archaïque, mais très nette.

J. T.

VI

Encyclopédie industrielle. — Traité pratique des Chemins de fer d'intérêt local et des Tramways, par Pierre Guédon, Ingénieur, Chef de traction à la Compagnie générale des Omnibus de Paris. Un vol. in-8° de 393 pages avec figures dans le texte. — Paris, Gauthier-Villars, 1901.

Le grand intérêt que présente aujourd'hui l'étude détaillée du problème de la traction et la difficulté de faire un choix judicieux parmi les nombreux systèmes préconisés, expliquent le grand succès obtenu par l'excellent ouvrage de M. Guédon dont on sait d'ailleurs la haute compétence en cette matière.

Après un rapide aperçu historique, l'auteur s'occupe dans une première partie du choix et de l'établissement de la voie. Les quatre parties suivantes traitent des procédés de traction à la vapeur, à l'air comprimé, au gaz et à l'électricité.

Première partie. — L'auteur recommande l'emploi de rails relativement lourds assis sur un bon ballastage ou bétonnage. La voie Vignole sera adoptée pour les accotements en campagne, la voie Humbert ou Broca dans les villes.

Il insiste sur la nécessité d'entretenir la voie dans un état de propreté aussi parfait que possible en adoptant un système de raclettes porté par les voitures elles-mêmes. La soudure des rails par le procédé Falk sera très utile, surtout dans le cas de traction électrique.

Deuxième partie. — Le Chapitre Ier traite de la traction à vapeur par locomotives ordinaires; les Chapitres II et III de l'emploi des voitures à vapeur pour lignes de chemins de fer (voitures Serpollet et américaines) et pour tramways (voitures Rowan, Serpollet au coke et aux huiles lourdes, Purry).

Le Chapitre IV est consacré à la traction à vapeur sans feu (systèmes Lamm et Francq).

Troisième partie. — Cette partie est consacrée à l'étude de la traction à air comprimé. L'auteur décrit longuement le procédé Mékarski entrant dans de nombreux détails de description et de calcul. Il fait mention des systèmes Popp, Conti et américain.

Quatrième partie. — Traction par le gaz. — Ce mode de traction, réalisé de façon très satisfaisante dans les voitures Lührig,

présente des avantages sérieux pour les lignes de faible parcours établies isolément quand le prix du gaz ne dépasse pas fr. 0,15 le m^3.

Cinquième partie. — Tramways électriques. — L'auteur n'envisage que les applications à la traction, du courant continu. Des expériences nombreuses exécutées déjà tant en Suisse qu'en Allemagne sur l'emploi des courants triphasés à haute tension, il semble acquis cependant, que ces derniers paraissent appelés dans bien des cas à se substituer au courant continu en ce qui concerne les chemins de fer interurbains. Il existe donc peut-être ici une lacune. M. Guédon adopte pour les tramways électriques la classification suivante :

1. Systèmes à alimentation directe : *a)* par conducteurs aériens au moyen de trolley à fil axial ou latéral (Dickinson) et d'archet ; *b)* par conducteurs placés au niveau du sol (systèmes Claret et Vuilleumier, Diatto) ; *c)* par conducteurs placés dans un caniveau central ou latéral.

2. Systèmes à alimentation indirecte (par accumulateurs).

3. Systèmes mixtes combinant les deux précédents (à trolley et à accumulateurs — à trolley et à caniveau).

Suivent, pour terminer, trois pages de *conclusions générales* des plus intéressantes dans lesquelles l'auteur expose de façon très claire les avantages et les inconvénients propres à chacun des systèmes dans les divers cas rencontrés. Nous résumerons ces conclusions qui seront un guide précieux dans le choix souvent indécis d'un système de traction le mieux approprié aux données du problème à résoudre.

Sous le rapport de la douceur des voitures au roulement et de l'absence de bruit et d'odeur, l'ordre de classement est le suivant : système électrique par conducteur et système Francq à vapeur, à air comprimé, à gaz et à vapeur, électriques à accumulateurs.

Sous le rapport des frais d'installation, la traction à vapeur est la plus avantageuse. Viennent ensuite successivement, les systèmes au gaz, électriques par conducteurs aériens ou au niveau du sol, à air comprimé, électriques à caniveau.

Sous le rapport des dépenses d'exploitation, c'est-à-dire du prix de revient du kilomètre-voiture, il y a à distinguer deux cas :

a) Dans le cas de trafic intense, les systèmes électriques par conducteur seront les plus économiques, surtout pour les lignes accidentées, puis viennent la traction par locomotives à vapeur,

par automotrices à vapeur, par accumulateurs électriques, enfin par l'air comprimé.

Le gaz donnera des résultats économiques très variables avec son prix : il peut, dans certaines villes d'Allemagne et d'Angleterre, lutter avantageusement avec la traction par trolley.

Parmi les systèmes électriques, celui par trolley sera adopté partout où le permettra la municipalité. Les contacts superficiels demanderaient encore à être perfectionnés pour être rendus vraiment pratiques.

Les caniveaux toujours très coûteux n'ont leur emploi bien justifié que pour des lignes urbaines à trafic très intense et jouissant d'une longue concession.

La traction à vapeur peut convenir encore pour un service intensif, quand le capital et la durée de concession sont trop faibles pour permettre l'adoption du mode électrique.

b) Dans le cas de faible trafic, on adoptera la traction à vapeur: par automotrices si les départs sont rapprochés et la ligne peu développée, par locomotives si la ligne est plus longue et les départs moins fréquents.

N. S.

VII

La Betterave agricole et industrielle, par L. Geschwind et E. Sellier, lauréats de l'Association des Chimistes de sucrerie et de la Société industrielle de Saint-Quentin. Ouvrage honoré d'une médaille d'argent de la Société nationale d'agriculture. Un volume grand in-8° de 670 pages, 129 figures. — Paris, Gauthier-Villars, 1902.

L'ouvrage de MM. Geschwind et Sellier constitue l'encyclopédie complète des connaissances actuelles relatives à la betterave, encyclopédie mise au point jusqu'en 1902 avec un très grand souci de l'exactitude et de la documentation. Les auteurs ont consulté toutes les sources si nombreuses que la presse agricole met aujourd'hui à la disposition des chercheurs. Ce travail de dépouillement devient une œuvre considérable lorsqu'il s'agit d'un sujet aussi important que la betterave; les auteurs de ce nouveau livre ont rendu, tant à l'agriculture qu'à l'industrie,

un service sérieux en s'imposant la lourde tâche de collectionner et de condenser une littérature fort vaste, disséminée dans les publications les plus diverses.

Le travail envisage la betterave à tous les points de vue. Il débute par un aperçu historique et statistique, puis aborde l'étude botanique et chimique de la graine, étudie la physiologie et l'analyse de cette graine, ensuite les conditions où se font actuellement la production et l'amélioration des betteraves fourragères et sucrières.

Le développement et l'anatomie de la betterave font l'objet d'un chapitre important suivi de l'étude chimique de la plante : la teneur en matières minérales, en azote, en acides organiques, hydrates de carbone, substances colorantes grasses et aromatiques est traitée *in extenso* et constitue une partie très importante de l'ouvrage (près de 180 pages).

A cette étude de la composition élémentaire de la racine succède l'exposé des procédés de culture, tels qu'ils sont appliqués aujourd'hui à la production des betteraves riches ; les ennemis et les maladies spéciales à la plante sont longuement étudiés, à la lumière des recherches et des découvertes les plus récentes.

Enfin le volume se termine par l'examen des conditions d'achat et de conservation, ainsi que de la composition chimique de la betterave dans ses rapports avec l'industrie.

Nous ne pouvons analyser ici plus en détail le travail de MM. Geschwind et Sellier, vu son caractère encyclopédique. Nous nous contenterons de signaler les éclaircissements qu'il apporte à quelques questions spécialement intéressantes, au sujet desquelles nous ne possédions jusqu'ici que des renseignements moins complets.

Bouturage et greffe de la betterave. Ces procédés de reproduction ont pour but de faire produire un maximum de graines aux racines exceptionnellement méritoires, racines que l'on ne rencontre jamais qu'en nombre fort restreint, souvent en sujets isolés. Le collet de la betterave porte un nombre très considérable de bourgeons susceptibles de former des tiges florifères, mais par la culture ordinaire il ne se développe que 4 à 12 tiges en moyenne, donnant de 100 à 200 grammes de graines par sujet. Les méthodes que nous venons de citer visent à l'utilisation de la totalité des bourgeons qui existent sur le collet, les font se développer librement, et permettent (en théorie) d'obtenir d'une seule racine 5, 10, parfois même 20 kilogrammes de graines.

Cette reproduction par voie insexuée fut appliquée sérieusement pour la première fois par Nowoczek de Kaaden (Bohême) et Briem de Prague ; la publication des résultats obtenus fut faite en 1891 et 1894 ; à leur suite, de nombreuses expériences eurent lieu en Autriche, en France et en Allemagne, et bien des écrits attaquèrent ou prônèrent le nouveau procédé.

Il est très difficile, disent Geschwind et Sellier, de tirer des conclusions fermes de l'examen de tant d'opinions contradictoires, exposées en détail dans l'ouvrage que nous analysons. La question doit donc être réservée, et la solution ne peut être trouvée que par des expériences plusieurs fois répétées, suivant un plan nettement déterminé, et conduites d'une façon vraiment scientifique. Le bouturage comme la greffe peuvent, par une application judicieuse, apporter une contribution de grande valeur à l'amélioration des variétés, mais jusqu'ici les conditions spéciales de ces méthodes ne sont pas suffisamment connues.

Désinfection des graines de betteraves à sucre. Un gramme de glomérules de betterave renferme 300 000 à 800 000 bactéries et spores. Des expériences de Linhardt, confirmées par des cultures de Stoklasa, ont démontré que certaines de ces bactéries attaquent gravement les jeunes plantes : tels sont les *Bac. mycoïdes*, *Bac. butyricus*, *Bac. vulgaris*. D'autres microorganismes sont susceptibles de nuire à la betterave. Il en est de même de certaines cryptogames, notamment *Phoma betæ*, *Rhizoctonia violacea*, etc. Enfin les graines portent des œufs de nématodes, et d'autres parasites pouvant endommager la radicule.

On a proposé de faire subir aux graines, avant le semis, une préparation antiseptique destinée à détruire les germes nuisibles qui y sont renfermés. Diverses solutions furent préconisées : le sublimé au 1/1000, suivi de lavages abondants; l'acide phosphorique à 30-36° Bé ; les vapeurs de chloroforme ; le sulfate de magnésium à 5 % ; le sulfate de cuivre à 0,5 % ; l'acide phénique, l'acide sulfurique concentré, etc. Ces méthodes sont peu efficaces, car on ne peut désinfecter à fond. Du reste, Stoklasa fait observer que les testa des graines renferment des oxalates solubles, poisons cellullaires violents, qui exercent probablement une action antiseptique très marquée lors de la germination et sont ainsi un moyen de défense pour la graine. Certaines variétés de betteraves sont d'ailleurs plus résistantes que d'autres aux injections.

A la suite de ces recherches, la station d'essai des semences de Vienne a décidé de déterminer à l'avenir et d'indiquer sur les

bulletins d'analyses, le nombre de germes malades donnés par les graines examinées : cette décision semble prématurée, la question n'étant pas encore suffisamment étudiée. Stoklasa pense que les microorganismes, s'ils peuvent être nuisibles, peuvent aussi être d'une certaine utilité, notamment en hydrolisant les molécules de matières albuminoïdes contenues dans les glomérules, ce qui rendrait ces matières facilement assimilables par les jeunes radicelles. Des expériences diverses ont établi que la germination s'établit parfaitement sans le secours de microbes : toutefois cela ne prouve nullement que l'opinion de Stoklasa soit erronée.

Éléments constitutifs des cendres. En dehors du *potassium*, du *sodium*, du *calcium* et du *magnesium* qui existent en quantité notable dans les cendres de betterave, on y trouve aussi le *fer* et le *manganèse*, mais en quantités très faibles. L'*aluminium* a été trouvé par Stift en quantités assez fortes dans les betteraves atteintes de bactériose.

Enfin on a trouvé dans la betterave une série d'éléments rares : le *lithium*, le *rubidium*, le *césium*, le *vanadium*, le *titane*, le *strontium*.

Les éléments métalloïdes sont le *phosphore*, le *soufre*, le *chlore*, le *silicium* ; enfin le *bore* que Lippmann a constaté, mais qu'il considère comme un élément accidentel.

Nous nous permettrons de signaler une question pratique qui n'est qu'effleurée dans le livre de MM. Geschwind et Sellier : les circonstances qui produisent les racines fourchues. Quelle est l'influence du fumier et du travail du sol sur cette déformation ; quel rôle jouent les pierres et les insectes ? Il y a là toute une série de causes qui amènent une dépréciation sérieuse de la récolte et qu'il est intéressant d'étudier.

EDMOND LEPLAE.

VIII

NOTIONS DE GÉOLOGIE, par A. Raingeard, prêtre de Saint-Sulpice, ancien professeur de sciences. Troisième édition entièrement refondue avec 8 planches et 200 figures dans le texte. Un vol. in-8°. — Rodez, E. Carrère, 1902.

La précédente édition de cet ouvrage avait paru en 1886, et

la Revue en avait rendu compte dans sa livraison d'octobre de la dite année, tome XX de la collection. Les éloges qui lui furent alors donnés ne peuvent être que confirmés aujourd'hui, tout en y ajoutant cette remarque importante que le travail de l'auteur a été sensiblement amélioré et mis au courant des progrès de la science. La 4me édition du magistral Traité de Géologie de M. de Lapparent y est souvent invoquée ainsi que, fréquemment, la Revue des Questions scientifiques elle-même.

Disons tout de suite que le nouveau travail de M. l'abbé Raingeard diffère de l'ancien par une modification intéressante qui se reflète dans le titre même. Précédemment le titre principal, Notions de Géologie, était suivi d'un sous-titre qui manque dans la 3me édition : *Accord de la cosmogonie scientifique avec la cosmogonie sacrée*. C'est que, de cette portion de son ouvrage, l'auteur se propose de faire ultérieurement l'objet d'un volume à part, et l'a conséquemment omise dans sa nouvelle édition. L'on peut se rendre compte par là du plus grand développement donné aux notions de géologie proprement dites. En 1886, ces notions étaient contenues dans deux cent huit ou dix pages, et les soixante-dix pages formant le surplus du volume étaient affectées à la démonstration de l'accord entre la cosmogonie sacrée et la cosmogonie scientifique. Or les trois cents pages du volume actuel ne s'occupent que de géologie pure.

L'ouvrage commence par un *Aperçu général* comprenant les définitions : géologie, géognosie, géogénie, avec les développements qu'elles comportent, l'exposé de l'utilité de ces sciences et le plan du cours.

Ce cours, qui a été professé durant de longues années au Grand Séminaire de Rodez, comprend trois parties principales subdivisées chacune en sections, articles, paragraphes, sous-paragraphes, se subdivisant eux-mêmes suivant les besoins.

La première Partie s'occupe des matériaux dont se compose l'écorce terrestre et débute, après les données générales sur la coloration, la dureté et la densité des éléments inorganiques, par un petit traité de cristallographie très succinct mais rendu très clair par les figures à l'appui insérées dans le texte. Les autres propriétés physiques, puis les propriétés chimiques, et enfin l'aperçu de la nomenclature, amènent naturellement à la classification des minéraux, que suit la classification des roches éruptives, cristallophylliennes, sédimentaires.

Les matériaux organiques, autrement dit les fossiles, n'ont

pas une moindre importance que les diverses roches et sont d'un puissant secours pour la détermination de l'âge relatif des formations sédimentaires. Ils sont l'objet d'une 2me section de la première partie.

La seconde étudie les phénomènes actuels, autrement dit les manifestations (contemporaines de l'homme) de l'activité tant externe qu'interne de notre globe, lesquelles ne sont qu'une suite très affaiblie des grandes révolutions qui s'y sont accomplies dans les âges passés.

Les agents extérieurs, air, chaleur, gel, humidité, eaux souterraines, eaux d'infiltration, neiges, glaciers, torrents, rivières, vagues de la mer, exercent une action constante de destruction des roches par dénudation lente et graduelle comme par érosion des lits des cours d'eau et des rivages de la mer. En même temps, les éléments de la sorte arrachés aux roches existantes tendent à créer des formations nouvelles soit au fond des océans, soit à l'embouchure des fleuves. C'est ainsi que, par cette double cause, se réalise incessamment un nivellement insensible mais continu de l'écorce terrestre.

Ce n'est pas tout. Il se produit d'autres formations par voie chimique et par dépôts organiques. — Des sources, des eaux phréatiques, des ruisseaux, des cascades, chargés de sels calcaires qui se décomposent en partie, abandonnent des concrétions incrustantes, des calcites stalagmitiques, des tufs, des travertins, des limonites, tandis que la mer soit sur ses bords, soit sur des hauts-fonds, soit dans ses profondeurs, abandonne de son côté des bancs de sel ou de minces couches d'argile rouge ou brune. — Mentionnons aussi les formations d'origine organique : tourbes et lignites, bois submergés ou flottés en voie de carbonisation, dépôts de guano, îles et récifs coralliens.

Telles sont les manifestations de l'activité du globe motivées par des causes *externes*.

Les causes internes sont de deux ordres : 1° les mouvements lents de l'écorce soit par affaissements sur certains points, soit par soulèvements sur d'autres, et les mouvements brusques comme les séismes ou tremblements de terre ; 2° les éruptions volcaniques terrestres et sous-marines, et tout ce qui s'y rattache, fumerolles, solfatares, geysers, mofettes...

Sur la nature de ces causes internes, il n'y a pas unanimité parmi les savants. Notre auteur expose et discute avec sagacité les différentes assertions, vues ou théories posées ou proposées pour donner de chacun de ces ordres de phénomènes une explication satisfaisante.

Tout ce qui précède, à savoir les deux premières Parties avec l'Aperçu général qui les annonce, ne représente que la moitié du volume. La seconde moitié est remplie par la troisième Partie, la plus importante, celle qui relate l'histoire de la lente formation de la croûte sphérique qui nous porte, antérieurement à la création de l'homme et jusqu'à son apparition inclusivement.

Cette histoire commence à l'époque prodigieusement reculée où les premières assises de l'écorce se sont formées par voie de refroidissement aux dépens de la superficie du noyau incandescent et sous l'énorme pression, évaluée à 300 atmosphères, qu'exerçait sur ce noyau une atmosphère renfermant, à l'état de vapeur, toutes les eaux dont se sont depuis lors formés les océans, les fleuves et lacs et toutes les eaux météoriques.

Par le concours de l'élément igné et de l'élément aqueux, se sont constituées les roches les plus anciennes, celles qu'on rencontre toujours à la base des sédiments, qui offrent le caractère de consolidation de masses liquides par refroidissement et cristallisation, et qu'on a appelées *cristallophylliennes* (gneiss, micaschistes, talcschistes).

Sur ce mode de refroidissement, plusieurs théories sont en présence. Il y a les théories métamorphiques, chères aux paladins de l'évolutionnisme et qui reposent sur ce postulat, que la perfection déjà grande des organismes trouvés dans les plus anciennes couches fossilifères, implique l'existence d'une flore et d'une faune antérieures plus élémentaires et que le phénomène métamorphique aurait fait disparaître. Ce postulat est une pétition de principe : il suppose ce qu'il s'agirait précisément de prouver, à savoir la réalité de fait de la théorie évolutionniste. C'est ce que M. Raingeard démontre clairement.

A l'encontre des théories métamorphiques, nous avons les théories hydrothermales qui excluent toute apparition de la vie durant la formation de ces premières assises, laquelle serait due exclusivement à la solidification par refroidissement de l'écume du noyau igné.

Observons que, d'après une autorité dont l'attitude, en face des deux écoles évolutionniste et anti-évolutionniste, a toujours été d'une neutralité et d'une correction parfaites, M. de Lapparent, l'éminent géologue, l'opinion d'après laquelle les schistes cristallins résulteraient d'un métamorphisme chimique ou mécanique opéré aux dépens d'anciens sédiments, recruterait de jour en jour de nouveaux faits à son appui (1). Aussi ce savant pro-

(1) Cf. *Revue des Recueils périodiques, Géologie*, dans la REVUE DES

pose-t-il de substituer aux appellations de *Terrains primitifs* ou *azoïques*, donné à l'ensemble des assises cristallophylliennes, celle de *Terrains archéens* qui a l'avantage de ne rien préjuger sur leur mode de formation.

Sur les couches primitives ou archéennes, s'appuie le surplus de la croûte solide composé de terrains sédimentaires. Après avoir exposé la détermination de l'âge relatif et la classification des strates qu'on y relève, le tout terminé par un tableau général et très complet de la nomenclature depuis le plus ancien archéen jusqu'au quaternaire, l'auteur aborde l'étude détaillée de chacune des ères ou grandes époques correspondant à la classification.

A partir de l'ère primaire ou paléozoïque, la Paléontologie marche de pair avec la Géologie proprement dite dont elle devient partie intégrante. Les premiers crustacés (trilobites), les premières algues, les premiers mollusques, les premiers poissons se rencontrent dès le cambrien et le silurien. Poissons *ganoïdes* aux écailles brillantes, hétérocerques, organismes moins parfaits que nos poissons homocerques, mais d'un rang relativement très élevé dans l'échelle des êtres : ce sont déjà des vertébrés, et les

Quest. sc. d'avril 1896, t. IX de la 2e série. — M. de Lapparent cite les géologues qui ont constaté en divers points (Bretagne, Cotentin, Plateau central, Montagnes Noires, Alpes) des cas de *gneissification* des couches sédimentaires dans le précambrien, le cambrien et même le silurien. Déjà, dans la 3e édition de son magistral *Traité de Géologie* (1893), M. de Lapparent exprimait les considérations suivantes (pp. 738-739) :

" Les restes organiques sont fort rares dans le précambrien. On n'y rencontre guère que des traces d'Annélides décrites comme *Arénicolites*. On a également signalé quelques apparences de spongiaires. *Mais cette attribution est au moins très problématique...*

„ Plusieurs auteurs prétendent reconnaître des traces organiques indirectes, soit dans les schistes charbonneux, soit dans les minerais de fer du précambrien. *Mais rien n'est moins prouvé que cette déduction...*

„ Ce qui a plus de poids, c'est la probabilité que la faune très bien développée et spécifiée du cambrien ait été précédée longtemps à l'avance, par des manifestations vitales que l'état métamorphique des terrains encaissants aurait soustraites à l'observation...

„ Toutefois, on n'en doit pas moins signaler, comme un fait bien curieux, l'impossibilité où l'on a été jusqu'ici de trouver dans les schistes, les grès, et les calcaires précambriens, autre chose que des traces organiques aussi rares qu'indécises ; *et cela même dans le cas où les sédiments correspondants ne sont pas particulièrement affectés par le métamorphisme.* „

On voit par là que, sur ce point comme sur les autres, l'argumentation évolutionniste reste dubitative.

vertébrés constituent le plus élevé des huit embranchements entre lesquels les naturalistes ont réparti les innombrables espèces du règne animal. Les paradoxides, ces premiers trilobites, de la classe des crustacés, appartiennent à l'embranchement des arthropodes ou articulés, d'un rang moins élevé sans doute que celui des vertébrés, mais qui en compte encore quatre au-dessous de lui. Parallèlement aux végétaux cryptogames arborescents, les premiers gymnospermes se montrent dès le silurien, et la période carbonifère apparaît d'une étonnante richesse en plantes arborescentes gigantesques : fougères, calamites, equisétacées, sigillaires, cordaïtes, au pied desquelles, sur les lagunes et au bord des cours d'eau, circulent les labyrinthodons, ces premiers amphibiens.

D'où provenaient tous ces organismes ? D'un effet direct et immédiat de l'Œuvre créatrice ? Ou d'organismes moins parfaits dont les restes fossiles auraient été détruits par l'action métamorphique, ainsi que le veulent les évolutionnistes ? Fait mystérieux et qui vraisemblablement ne sera jamais pleinement éclairci : car si la transformation, constatée sur plusieurs points, de roches sédimentaires en roches cristallines, autorise l'hypothèse de l'existence antérieure d'organismes plus élémentaires dans les roches cristallines primitives, ce ne sera jamais là qu'une hypothèse impossible à corroborer d'une manière absolue et certaine ; et probablement le doute, l'incertitude planeront toujours entre les opposants et les partisans de la théorie : *Ignoramus, ignorabimus*, comme disait, je crois, le célèbre Dubois-Reymond.

Mais revenons à notre auteur dont ces réflexions nous ont éloigné quelque peu.

Ne serait-il pas resté bien au-dessous de la réalité en ne portant qu'à 16 000 mètres, le maximum de puissance des terrains primitifs ? Si l'on consulte le Traité de Géologie et si l'on additionne les chiffres que son éminent auteur donne pour la puissance de chacun des différents étages de l'ère primaire, on arrive, en chiffres ronds, aux nombres de 39 000 à 46 000 mètres. Il est vrai que M. de Lapparent comprend dans cette ère, le précambrien dont M. Raingeard fait, au-dessus de l'archéen, une subdivision de l'azoïque primitif. Mais en retranchant de ces totaux les 19 000 à 20 000 mètres attribués au précambrien, il reste encore, pour les cinq autres étages paléozoïques, une évaluation globale de 20 000 à 26 000 mètres.

M. Raingeard doit être beaucoup plus près de la vérité en

attribuant à l'ensemble du groupe des formations secondaires une puissance de 5000 à 6000 mètres. On sait, en effet, que les étages de l'écorce terrestre diminuent en épaisseur à mesure qu'ils se rapprochent de l'ère géologique actuelle, les formations tertiaires ne dépassant pas un total de 3000 mètres ; et quant aux assises quaternaires, les *terres jaunes* (loess) de la Chine, qui en représentent la formation de beaucoup la plus puissante, ne s'élèvent guère au-dessus de 400 mètres (1).

Nous ne suivrons pas notre auteur dans ses développements sur le cadre géographique, le caractère paléontologique et la condition climatérique de chacun des étages répartis entre les quatre grandes ères géologiques. Tout cela est exposé dans les NOTIONS avec une méthode et une clarté parfaites ; mais à l'analyser, nous ne dirions rien qui ne soit connu du lecteur.

Nous appellerons toutefois l'attention sur le sens critique dont l'auteur fait preuve en exposant et discutant les diverses hypothèses proposées pour expliquer les faits.

En ce qui concerne le climat tropical, uniforme de l'équateur aux pôles, qui régnait durant l'ère paléozoïque, il indique d'une part l'hypothèse de la chaleur centrale, de l'autre celle de l'état de dilatation beaucoup plus grand où devait être le soleil en ces temps prodigieusement reculés (hypothèse Blandet).

Malgré les graves considérations que fait valoir notre auteur en faveur de la théorie de la chaleur centrale, nous croyons l'hypothèse astronomique beaucoup plus probable. Il faut considérer que, partout où l'on peut atteindre les gneiss et micaschistes primitifs, c'est par milliers de mètres que se révèle leur puissance ; que le seul étage précambrien peut fournir jusqu'à vingt kilomètres d'épaisseur, que ces roches cristallines sont essentiellement mauvaises conductrices de la chaleur, au point, comme le fait si judicieusement remarquer M. de Lapparent, que les laves de l'Hécla sont impuissantes, avant leur effusion, à fondre la neige qui recouvre les parois, pourtant bien minces, des cônes de ce volcan. Nous estimons, avec le très savant professeur de l'Institut catholique de Paris, que l'explication de l'uniformité du climat terrestre aux temps paléozoïques par l'action de la chaleur centrale est difficilement soutenable.

Les grandes extensions glaciaires du pliocène et du quaternaire comporteraient, d'après notre auteur, deux explications : l'une géographique, l'autre astronomique.

(1) A. de Lapparent, *loc. cit.*, 5me section, chap. 1er, § 6, p. 1368.

La première proviendrait de ce que l'Angleterre étant reliée jadis par des isthmes d'une part à la France, de l'autre à l'Islande, et par l'Islande à l'Amérique, le Gulf-Stream se trouvait rejeté au sud et ne réchauffait pas les côtes septentrionales de l'Europe, tandis que d'autre part la très grande élévation des montagnes, non encore réduite, comme elle l'a été depuis, par le phénomène de la dénudation, favorisait singulièrement la condensation en neiges et névés des eaux météoriques.

L'hypothèse astronomique s'appuie sur les effets du déplacement lent de la ligne des apsides qui, combiné avec le phénomène de la précession des équinoxes, fait correspondre successivement les hivers avec l'aphélie et avec le périhélie, dans une période de 21 000 ans. Il y a environ 10 000 ans, les hivers de notre globe correspondaient à l'aphélie, d'où une température moyenne plus froide. Même situation une quarantaine de mille ans auparavant, correspondant avec le glaciaire pliocène : pareille encore il y a quelque 30 000 ans, et nous avons la grande extension quaternaire, puis la suivante et dernière il y a une centaine de siècles.

M. Raingeard estime qu'il faut combiner ces deux hypothèses pour être dans le vrai. Mais ne peut-on se demander si la surrection des grandes chaînes de montagnes aux temps tertiaires avec des altitudes incomparablement supérieures à celles qu'elles atteignent aujourd'hui, ne suffirait pas à expliquer le point de départ des formations glaciaires, lesquelles ont subi des oscillations plus ou moins considérables, mais n'ont jamais été complètement interrompues ?

Si nos souvenirs ne nous font pas défaut, M. de Lapparent avait cru voir une corrélation entre les grands phénomènes glaciaires et les effondrements successifs de l'ancien continent Atlantide. C'est encore une hypothèse digne d'attention.

Une dernière section de l'ouvrage a pour objet de décrire les effets anciens, dans l'état actuel, de l'activité interne du globe : relief des montagnes et relief général, formations ignées telles que roches éruptives, filons métalliques et métamorphisme par pression mécanique, par infiltration et au contact.

Nous y relèverons, comme plus particulièrement intéressant, le paragraphe relatif au relief général du sphéroïde.

On part de ce principe que l'écorce primitive, avant les premiers soulèvements et les phénomènes de dénudation qui les ont suivis, présentait une épaisseur sensiblement uniforme, et que,

pour continuer à s'appuyer sur le noyau amoindri, elle dut, par suite, non se plisser en rides, mais bien se déformer d'une manière générale tendant à un polyèdre à arêtes curvilignes et à faces déprimées. Le polyèdre, ne pouvant être le dodécaèdre pentagonal qu'avait proposé Élie de Beaumont, semblerait pouvoir se ramener à un tétraèdre ayant l'un de ses sommets au continent austral, un autre au nord-est de l'Europe, un troisième à l'est de la Sibérie non loin de la mer d'Okhotsk, le quatrième en Amérique près de la Baie d'Hudson. Ces trois derniers décriraient ainsi la base d'une pyramide triangulaire dont le sommet serait au pôle sud. Les océans Indien, Pacifique, Atlantique et Arctique correspondraient aux faces déprimées du tétraèdre.

Si ingénieux que soit ce concept, il ne laisse pas que de soulever quelques difficultés. La principale n'est pas dans le développement excessif de la face représentée par l'Océan Pacifique, occupant un hémisphère à peu près entier opposé à un hémisphère en majeure partie continental, tandis que, à l'opposé des grands fonds du premier qui paraissent d'origine archéenne, les fosses marines de l'autre sont pour la plupart attribuables à des effondrements relativement récents. Ce qui est plus grave, c'est ce fait que la première distribution des terres émergées de l'enveloppe aqueuse consistait principalement en deux grandes bandes continentales orientées de l'est à l'ouest et séparées par une Méditerranée peu profonde, disposition contraire à la distribution actuelle et se conciliant mal avec la forme tétraédrique initiale supposée.

On pare à ces difficultés par de nouvelles hypothèses puisées dans une action perturbatrice de la rotation de la Terre et dans les lois de la mécanique.

Tout cela paraît encore bien incertain, mais n'en mérite pas moins d'occuper les méditations des penseurs.

Arrêtons ici ces observations. Ce n'est pas que nous ayons, à proprement parler, analysé en détail le livre de M. l'abbé Raingeard. En indiquer le plan et les divisions suffisait à en faire connaître la consistance, et nous avons préféré insister sur les vues originales et prêtant à discussion qui se rencontrent au cours des développements de l'auteur.

Signalons, comme sérieuse amélioration à l'édition précédente, la meilleure exécution des figures et leur insertion dans le texte. Ces Notions de géologie constituent un traité succinct, mais clair, accessible à tout esprit cultivé, de tout ce qu'il est néces-

saire de connaître de cette science pour en suivre la marche et se mettre en état de tenir tête à ces demi-savants, voire à certains savants véritables, qui prétendent trouver en elle, sortant d'ailleurs de ses limites légitimes, des incompatibilités avec les vérités révélées qui sont d'un ordre différent.

Nul doute que le volume annoncé par l'auteur, où sera traité directement cet aspect de la science, ne soit en tous points digne de son aîné.

C. DE KIRWAN.

IX

COURS D'EXPLOITATION DES MINES, par ALFRED HABETS, professeur ordinaire de la Faculté technique de l'Université de Liége (École spéciale des Arts et Manufactures et des Mines). Tome I. Un vol. in-8° de 604 pages et 445 figures dans le texte. — Bureaux de la REVUE UNIVERSELLE DES MINES. Paris, H. Le Soudier, 1902.

L'ouvrage de M. Habets, dont le premier volume vient de paraître, n'est pas un Traité, mais un Cours d'exploitation des mines : les matières y sont présentées de façon à répondre au but spécial et au programme de l'enseignement de l'École des Mines de Liége. Celle-ci vise à former des ingénieurs des mines aptes à remplir ces fonctions, soit dans l'industrie privée, soit dans le Corps des Mines.

Dans une courte introduction, l'auteur fait la nomenclature des différentes sciences dont la connaissance est nécessaire et sert comme de fondement aux études et aux travaux de l'ingénieur des mines. Nous y relevons avec plaisir que l'éminent professeur considère les sciences économiques comme devant marcher de pair avec celle de l'exploitation.

Le Tome I comprend deux sections : la première traite des *Excavations souterraines et travaux d'art*. La seconde est relative au *Transport et à l'extraction*. Le chapitre concernant les *Généralités sur les gisements minéraux* et par lequel débutent la plupart des cours ou traités d'exploitation des mines, n'est pas exposé ici. Il est réservé aux cours de géologie pure et appliquée, professés à l'École avec tous les développements nécessaires.

Parmi les matières qui font l'objet de la section I, les explosifs prennent une part importante, résultant des progrès réalisés depuis quelques années dans l'emploi des explosifs dits de sûreté ; à leur suite, viennent les appareils de perforation et de havage mécaniques.

Dans les chapitres suivants, nous remarquons les développements que l'auteur apporte à l'établissement des puits, surtout lorsqu'ils doivent être creusés à travers des terrains ébouleux et aquifères. Les différents procédés avec épuisement et sans épuisement sont décrits amplement avec tous les progrès qui y ont été apportés dans ces derniers temps. Ils présentent une importance spéciale étant donné que bientôt, sans doute, le gisement houiller récemment découvert dans le nord de la Belgique, fournira aux ingénieurs des mines l'occasion de les appliquer au fonçage des puits.

Dans la section II, les divers systèmes de traction mécanique souterraine sont exposés avec les avantages et les inconvénients de chacun d'eux et les circonstances particulières qui doivent dans chaque cas aider à faire un choix judicieux ; citons notamment la traction électrique, par accumulateurs ou par trolleys, qui, bien que réalisant le mieux le problème de la locomotion mécanique dans les mines, ne peut en général être utilisée que dans les mines sans grisou.

Ce système n'exige pas la double voie comme celui dit par chaîne sans fin où les wagons sont isolés. La double voie est un inconvénient d'une certaine importance quand les terrains ne sont pas résistants. La chaîne sans fin employée dans certains charbonnages de Belgique, notamment à Mariemont et à Bascoup, est généralement remplacée, en Allemagne et en Angleterre, par des câbles sans fin, plus favorables sous le rapport des frais d'installation et d'exploitation.

L'auteur traite aussi, dans la même section, du transport mécanique à la surface par chaîne sans fin ou par câbles aériens; ces derniers étant surtout indiqués dans les pays accidentés et dans les cas où la propriété est très divisée. “ Mais le prix de revient du transport reste toujours assez élevé à cause des frais qu'entraînent l'entretien et le remplacement des câbles. „ La question de la traction mécanique souterraine prend une importance plus grande avec la profondeur croissante des exploitations, qui oblige à affecter un champ plus étendu à chaque siège d'extraction. Pour le même motif, et la nécessité de faire face à de fortes productions, les appareils d'extraction ont

subi des perfectionnements remarquables que le savant professeur de Liége expose dans les derniers chapitres du tome I. Notons la machine Tomson, munie de deux tambours spiraloïdes fixés sur des arbres distincts, mis en connexion par un dispositif ingénieux. Elle est conditionnée pour extraire 2200 kilogrammes de charge utile de la profondeur de 1200 mètres.

Quant aux machines d'extraction électriques d'une certaine importance, elles sont assez rares jusqu'ici, ne se prêtant guère, comme la vapeur, aux variations de puissance nécessaires. M. Habets cite cependant deux exemples récents en Allemagne, où l'on compte réaliser par l'électricité une économie très notable par rapport à la consommation de vapeur afférente à l'extraction. Selon lui, l'emploi des moteurs électriques dans les mines ne présente pas de difficultés très spéciales quand il s'agit de machines d'importance secondaire, telles que celles qui sont appliquées à la tête des plans inclinés ou des puits intérieurs.

Nous ne terminerons pas ce compte rendu sans relever le soin qu'a pris l'éminent professeur, de choisir des exemples méthodiquement coordonnés qui sont comme des monographies accompagnées de plans schématiques venant aider à la clarté de l'exposé. Celui-ci est d'ailleurs empreint de l'esprit pratique qui doit caractériser un cours d'exploitation des mines.

Les notes bibliographiques sont rares dans le texte ; mais elles sont remplacées par un répertoire qui renseigne les nombreux articles de la Revue universelle des Mines et des Annales des Mines de Belgique se rapportant aux matières contenues dans le premier volume.

Le second volume comprendra les sections suivantes : Recherches et exploitation proprement dite ; Administration ; Épuisement ; Translation du personnel dans les puits ; Manutention des produits au jour ; Aérage, éclairage et sauvetage.

L'importance de ces différents chapitres et la haute compétence avec laquelle nous savons qu'ils seront traités présenteront un attrait puissant à tous ceux qui s'intéressent aux progrès et à l'enseignement de l'art des mines.

V. L.

X

ÉTUDES SUR LA COMPÉTENCE CIVILE A L'ÉGARD DES ÉTRANGERS, AVEC UN EXPOSÉ SOMMAIRE DE LA LOI QUI LEUR EST APPLICABLE, ET MISES EN RAPPORT AVEC LA CONVENTION FRANCO-BELGE DU 8 JUILLET 1899, par P. DE PAEPE, conseiller honoraire à la Cour de Cassation, membre de la Commission permanente instituée par le Gouvernement pour la solution des questions de droit international privé. Deux vol. in-8° de XLVI-460 et 504 pages. — Bruxelles, Bruylant, 1900-1902.

Le titre, un peu touffu, devait contenir tout cela, pour préciser la nature et l'objet de l'important ouvrage que nous présentons aux lecteurs de la REVUE.

Combien, avec la multiplication incessante des relations internationales, croît chaque jour la nécessité pour les hommes de droit de s'instruire sur le régime applicable aux étrangers, tout le monde le sait ou le devine. La difficulté, d'autre part, de ce problème juridique aux aspects complexes ressort déjà de cette seule considération qu'il ne s'agit pas d'un simple commentaire d'un droit international entièrement formulé, mais, qu'aidée à peine d'un petit nombre de textes, " la doctrine partage avec la jurisprudence la haute mission de préparer la loi internationale qui devra le régir " (1).

L'ouvrage par lequel M. P. de Paepe entreprend courageusement de défricher ces parties encore embroussaillées du droit n'a pas besoin de recommandation. Le nom de l'éminent magistrat qui le signe est une suffisante garantie de valeur peu commune.

Cet ouvrage se compose essentiellement d'une série d'études traitant directement de la compétence *civile* du juge à l'égard des étrangers. La compétence influe sur la loi à appliquer. Aussi la connexité des questions a amené M. de Paepe à parler de cette loi elle-même. De cette manière, son livre, sans être un traité international de droit privé, jette cependant une vive lumière sur les principes de ce droit et en examine les questions capitales.

L'auteur a cru devoir faire une large part à la jurisprudence, et nous lui donnons pleinement raison, surtout en une matière

(1) Introduction, p. IV.

où le législateur a encore si peu parlé. Il ne s'exagère d'ailleurs pas l'autorité de ces arrêts ni leur sûreté doctrinale.

La législation et la jurisprudence belges apparaissent naturellement à l'avant-plan, avec la législation et la jurisprudence françaises. Une place importante est encore dévolue à la loi hollandaise et à la loi italienne. Il est à peine touché au contraire au droit allemand et au droit anglais : trop différents de fond et d'esprit, d'après M. de Paepe, pour offrir beaucoup d'intérêt aux Belges (1).

Le style est simple; il est clair, sans prolixité et sans apprêt. L'*Introduction* indique le but du livre et la méthode employée. Une rapide revue y est faite des lois d'où se tire le système de la compétence civile à l'égard des étrangers. Quelques notions historiques éclairent cet exposé. Le savant auteur saisit même volontiers l'occasion de discuter sommairement quelques questions générales intéressantes : le juste concept des lois d'ordre public ; la nature de la personnalité civile ; les raisons de maintenir le statut réel pour les immeubles. L'école à laquelle appartient M. de Paepe semble l'avoir poussé à outrer un peu les droits de l'État sur les biens des personnes civiles.

Suivent alors dix-huit études, couronnées par une table alphabétique et analytique des matières avec des notes complémentaires. Ces études traitent successivement : Des droits des étrangers et du juge compétent à leur égard, suivant le droit romain et l'ancienne jurisprudence. — Des droits des étrangers suivant l'article 11 du Code civil. — De la compétence relative aux contestations entre regnicoles et étrangers, suivant les articles 14 et 15 du Code civil. — De la compétence relative aux contestations entre étrangers, suivant le Code civil. — Des règles générales de compétence consacrées par la loi du 25 mars 1876 à l'égard des étrangers. — De la compétence du juge du domicile ou de la résidence des étrangers. — De la loi applicable à l'état, à la capacité et aux meubles des étrangers. — De la compétence à l'égard des étrangers, du juge du lieu où leurs obligations sont nées, ont été ou doivent être exécutées. — De la loi applicable aux actes des étrangers. — Des règles de compétence et de la loi applicable aux étrangers, quant aux immeubles et aux successions. — De la compétence résultant, à l'égard des étrangers, de la connexité des demandes. — De la compétence à l'egard des étrangers, relative aux saisies-arrêts

(1) Cfr. p. v.

et aux autres mesures provisoires ou conservatoires. — De la compétence des étrangers en matière de faillite. — De la compétence attribuée à l'égard des étrangers au juge du domicile ou de la résidence du demandeur. — De la compétence à l'égard des étrangers dans les affaires maritimes et de la loi applicable à l'abordage. — Du droit d'ester en justice des personnes civiles publiques ou d'utilité publique des pays étrangers. — Du droit d'ester en justice des sociétés étrangères. — De l'application des règles de compétence aux personnes civiles étrangères et notamment aux sociétés étrangères.

Nous félicitons vivement M. le conseiller de Paepe de ce docte ouvrage : beau fruit cueilli dans une verte et toujours active vieillesse, dont la science juridique fait souhaiter le long maintien.

A. V.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ASTRONOMIE

Annuaire pour l'an 1903 (1). — Cette publication est trop bien connue de nos lecteurs pour qu'il faille rappeler ici son utilité et son intérêt. Bornons-nous à signaler les changements principaux par rapport à l'Annuaire de l'année dernière.

Dans la *partie astronomique*, les éphémérides donnant les époques des maxima et des minima d'éclat des étoiles variables à courte période ont été étendues : elles s'appliquent actuellement à 59 de ces astres, dont 25 du *type d'Algol*. On désigne ainsi un groupe de variables, dont la plus anciennement connue est *Algol*, pour lesquelles la variation de lumière n'est pas continue : à de certains intervalles, toujours les mêmes, l'éclat de l'étoile, en général constant, diminue peu à peu pour atteindre bientôt une valeur minimum et augmenter ensuite progressivement, de la même manière, jusqu'à reprendre bientôt sa valeur constante. Ce sont des étoiles doubles : le satellite, obscur ou moins lumineux que l'étoile principale, vient par intervalle, s'interposer entre elle et nous, d'où le mode particulier de la variation d'éclat du système.

Le tableau des planètes télescopiques renferme les données relatives aux 478 petites planètes qui ont pu être suffisamment observées pour fixer leurs éléments. On y a joint les éléments approchés de 26 autres petites planètes dont les orbites présentent encore une grande incertitude et n'ont pas reçu jusqu'ici

(1) Publié par le Bureau des Longitudes. Un vol. in-16 de 808 pages. Paris, Gauthier-Villars.

de numéros d'ordre. La planète 433 Eros, découverte par M. Witt, le 13 août 1898, a disparu de la liste ; elle n'appartient pas, en effet, au groupe des astéroïdes compris entre Mars et Jupiter : son orbite, dont les éléments sont donnés en note, est comprise entre celles de Mars et de la Terre.

Dans le tableau des orbites des étoiles doubles, on a ajouté les éléments de γ *Loup*.

L'historique des comètes se rapporte aux comètes apparues en 1901 ; elles sont au nombre de deux : la brillante comète australe, observée du 12 avril au 14 juin, dans l'hémisphère sud, et qui n'a été aperçue que dans quelques observatoires de l'hémisphère boréal, et la comète périodique d'Encke, retrouvée le 5 août par M. Wilson, à Northfield (E.-U.) et observée jusqu'au 4 septembre seulement. Découverte en 1786, elle a été revue en 1795, 1805, 1819 et dans les apparitions ultérieures. On sait que le mouvement moyen de cette comète présente une accélération, d'un retour à l'autre, qui était, jusqu'en 1858, de 0″,10. et qui, depuis 1871, est de 0″,0693. La résistance mystérieuse, variable avec le temps, qui produit ce phénomène, provient peut-être de courants de matières cosmiques se déplaçant dans les régions du système solaire que traverse la comète.

Dans la *partie statistique et géographique*, le tableau de la fabrication des monnaies, en France, a été mis à jour jusqu'en 1901, et on a complété les données relatives aux monnaies en usage au Pérou et dans l'Indo-Chine.

Dans les tableaux de la population relatifs à la France, on a introduit les données ou tenu compte des résultats fournis par le recensement de 1901.

Enfin les éléments magnétiques des villes principales et des ports de France, d'Algérie et de Tunisie, ont été ramenés au 1 janvier 1903.

L'Annuaire contient une notice scientifique par M. R. Radau ; elle a pour titre *Étoiles filantes et Comètes*. Viennent ensuite quelques pages de lecture facile, intitulées *Science et Poésie*, lues par M. J. Janssen, dans la séance publique annuelle des cinq Académies, du 25 octobre 1902 ; enfin les discours prononcés par MM. Bassot et Poincaré aux funérailles de M. A. Cornu, et les discours prononcés par MM. Bassot, Bouquet de la Grye, Lœvy, Janssen et Van de Sande Bakhuyzen, aux funérailles de M. H. Faye (1).

(1) L'Annuaire contient un *avis important* que nous croyons utile de reproduire, en l'abrégeant un peu. L'Annuaire a pris, dans ces dernières

Étoiles filantes et Comètes. — Dans sa notice, que nous allons résumer, M. R. Radau expose ce que l'on sait aujourd'hui des rapports qui existent entre les étoiles filantes et les comètes.

L'inlassable persévérance d'observateurs tels que Heis, Schmidt, Coulvier-Gravier nous a valu de précieux matériaux qui ont permis de fixer les traits caractéristiques du phénomène des étoiles filantes : variation annuelle, diurne et azimutale de leur fréquence ; existence de *radiants* ou points apparents d'émanation, etc. Mais ce n'est guère que depuis 1864 ou 1866, dates des premiers travaux de Hubert A. Newton et de Schiaparelli, que l'attention des astronomes s'est portée sur la détermination, par des observations correspondantes, de la hauteur et de la vitesse des météores, et sur les spéculations théoriques que suggèrent ces curieuses apparitions. Ils y ont été amenés par l'intuition d'une connexion intime qui existerait entre les étoiles filantes et les comètes. Nous possédons aujourd'hui une liste très étendue de radiants et des données plus nombreuses et plus précises sur leur distribution et les variations de la fréquence des météores avec les saisons, l'heure de l'observation

années, un grand développement ; on a cherché à y introduire une grande masse de renseignements nouveaux, et, malgré le soin qu'on a pris de donner aux tableaux une forme aussi condensée que possible, le nombre des pages n'a cessé de s'accroître ; il est actuellement de 668, sans compter les notices. Il est clair qu'on ne saurait aller plus loin, si l'on ne veut pas que l'ouvrage devienne beaucoup trop volumineux.

D'un autre côté, on ne peut songer à s'interdire de nouveaux progrès. Pourrait-on, pour faire aux données nouvelles la place qu'elles réclament, pratiquer de larges suppressions ? On l'a tenté, quoiqu'à regret, mais non sans soulever de nombreuses réclamations, de sorte que, loin de pouvoir songer à des réductions nouvelles, il faut plutôt chercher à rétablir ce que l'on avait été forcé de supprimer.

En présence de cette situation, le Bureau des Longitudes a dû adopter une solution qui paraît devoir concilier tous les intérêts. Parmi les renseignements qu'il publie, les uns ont un caractère variable et doivent nécessairement être réimprimés chaque année ; les autres ont au contraire un caractère permanent, et il n'y aurait aucun inconvénient à ne les insérer que tous les deux ans.

Le principe du roulement une fois admis, il restait à en régler l'application : le Bureau a cherché à s'inspirer de l'intérêt du lecteur et à conserver le plus possible au recueil son ancien caractère. Il a voulu d'abord que le lecteur fût certain de trouver le renseignement qu'il cherche, pourvu qu'il eût sous la main *deux Annuaires consécutifs*, et ensuite qu'il ne dût jamais hésiter pour savoir quel est celui des deux volumes qu'il doit consulter.

Pour cela, il fallait que le roulement fût régulier et que la loi en fût

et les parties du ciel observées ; nous possédons surtout un ensemble de vues systématiquement développées et du plus haut intérêt, sur le mécanisme de ces phénomènes et leurs conséquences. Pour les expliquer, la théorie astronomique des étoiles filantes combine le mouvement de translation et de rotation de la Terre et sa situation relative au Soleil, avec l'hypothèse de l'existence dans l'espace d'innombrables petits corps célestes que notre planète rencontre sur sa route et qui lui arrivent indistinctement de toutes les directions.

Les mêmes principes permettent de rendre compte du mouvement apparent d'un essaim qui arriverait sur nous dans une direction donnée. Si les corpuscules dont il est formé marchent de conserve en suivant des routes parallèles, ils nous paraîtront, par un effet de perspective, émaner d'un *radiant*, point d'intersection des grands cercles qui sont les projections de leurs trajectoires parallèles sur la voûte céleste. Quant aux renseignements sur la nature des trajectoires et la grandeur des vitesses réelles de ces

simple et facile à énoncer. La nature des données facilitait d'ailleurs cette répartition.

L'Annuaire (en laissant toujours de côté les Notices) se divise en trois parties : Partie astronomique, Partie physique, Partie géographique et statistique.

La première est la seule qui contienne des données d'un caractère rapidement variable ; d'un autre côté, c'est la plus importante, et elle doit conserver chaque année dans l'Annuaire la place qu'elle occupait jusqu'ici. Elle comprendra 212 pages de renseignements qui seront réimprimés chaque année, soit à cause de leur importance, soit à cause de leur caractère variable, et 118 pages de tableaux soumis à un roulement bisannuel. Ainsi la Partie astronomique sera chaque année de 330 pages environ comme par le passé, et cependant le lecteur, en consultant deux Annuaires consécutifs, disposera de 448 pages de renseignements distincts.

Pour les deux autres parties, le Bureau a décidé de les faire alterner en imprimant la Partie physique (constantes physiques et chimiques) les années paires, et la Partie statistique (géographie, statistique, poids et mesures, monnaies, amortissement, mortalité, etc.) les années impaires.

Grâce à ce roulement, ces deux Parties pourront être considérablement développées et portées de 156 ou 172 pages à 280 ou 300. Ainsi, sans que le volume annuel ait augmenté, le lecteur disposera de 1028 pages de renseignements au lieu de 656.

La transformation s'opérera à partir de l'Annuaire de 1904 inclusivement.

Le lecteur devra donc conserver le présent Annuaire de 1903 pour y retrouver les données statistiques qui ne figureront pas dans celui de 1904.

météores, il faut les demander à l'interprétation des données de l'observation qui ne peut nous les fournir directement. Cela n'a pas empêché M. Schiaparelli de découvrir, par une heureuse divination, une voie qui pouvait conduire à la solution du problème.

Avant de l'indiquer, rappelons qu'à chaque distance du Soleil, dans son champ d'attraction, correspond une valeur de la vitesse, appelée *vitesse parabolique*, telle que tout mobile, quelle que soit sa masse, passant à cette distance avec cette vitesse décrit nécessairement une parabole dont le Soleil occupe le foyer. Pour toute vitesse moindre, l'orbite serait une ellipse ; pour toute vitesse plus grande, elle serait une hyperbole. La nature de la trajectoire est indépendante de la *direction* du mouvement, qui n'a d'influence que sur les autres éléments de l'orbite.

Schiaparelli suppose que les essaims nous viennent du fond des espaces stellaires, et il se demande ce que doit devenir un amas de corpuscules abordant le système solaire à une distance d du Soleil, avec la vitesse parabolique correspondant à cette distance. Il montre que sous l'influence de l'attraction du Soleil, cette masse va se désagréger et s'allonger peu à peu, en se rétrécissant, de manière à former une chaîne parabolique très mince, qui pourra mettre quelques centaines d'années à passer à son périhélie.

Tel serait le type de ces courants météoriques que la Terre traverse chaque année à la même date, en quelques heures ou en quelques jours, suivant leur largeur qui d'ailleurs est loin d'être partout identique ; le courant peut même être discontinu, ce qui expliquerait l'intensité si variable des pluies d'étoiles annuelles.

Ce n'est pas tout. La théorie indique que cette immigration d'essaims, attirés par le Soleil, peut se terminer par une sorte d'adoption définitive, s'ils passent dans le voisinage d'une grosse planète qui les jette sur une orbite elliptique. Sous l'action dissolvante du Soleil, le nouveau courant elliptique, fixé désormais dans notre système planétaire, s'allonge et s'étire de plus en plus, jusqu'à constituer un anneau fermé. Telle serait, par exemple, l'origine du courant de novembre (les Léonides), dont la capture et la trajectoire elliptique seraient dues, d'après Le Verrier, à l'action d'Uranus, et d'après Schiaparelli à Jupiter ou Saturne. Or, c'est par le même mécanisme que s'accomplit la capture des comètes, dont l'orbite primitivement parabolique est parfois changée en ellipse à courte période par l'action perturbatrice

d'une planète dont la comète s'est trop approchée. Il devenait donc très intéressant de rechercher si quelqu'une des comètes périodiques ne parcourait pas la même orbite qu'un essaim elliptique de météorites.

Schiaparelli s'est appliqué à cette recherche avec un rare bonheur. Il a calculé l'orbite des météores du 10 août (Perséides) et reconnu que ses éléments coïncidaient à très peu près avec ceux de la grande Comète de 1862 (Comète de Tuttle). On ne tarda pas à trouver trois autres coïncidences du même genre : entre les Léonides et la Comète de Tempel (1866, I), entre les Lyrides et la Comète de Thatcher (1861, I) entre les Andromédides, appelées aujourd'hui les Biélides, et la Comète de Biéla.

En résumé, tous les faits connus s'accordent très bien avec l'existence d'innombrables courants météoriques, qui traversent la route de la Terre et donnent naissance aux étoiles filantes et aux bolides. D'après la première hypothèse de Schiaparelli, ces courants tirent leur origine d'amas venus des confins du monde, et qui, ayant pénétrés dans le système solaire, ont été, peu à peu, disloqués et dispersés par l'action perturbatrice du Soleil et des planètes. En outre, il est certain que ces flux de météores sont, dans certains cas, accompagnés de comètes.

La présence simultanée, sur une même trajectoire, d'une comète et d'un essaim de météores, ne peut être le résultat d'une rencontre de hasard. On peut supposer avec Weiss — et c'est une hypothèse à laquelle Schiaparelli a fini par se rallier — que c'est la comète qui a donné naissance, par sa désagrégation, à l'essaim qui l'accompagne. S'il en est ainsi, il n'est plus nécessaire de faire venir la matière des courants météoriques des profondeurs des espaces stellaires ; les comètes-souches pourraient, sans faire partie du système planétaire proprement dit, avoir toujours été en rapport avec le Soleil qu'elles auraient accompagné dans son voyage à travers l'espace et dont l'action continue, jointe aux tiraillements passagers des planètes rencontrées, les aurait mises en pièces. La fragilité des comètes est, en effet, attestée par de nombreux exemples dont le plus curieux est celui de la Comète de Biéla, qui s'est dédoublée puis, finalement, éparpillée en poussières d'étoile. Un autre cas, tout aussi instructif, est celui de la grande Comète 1882, II, que l'on a vue se diviser en cinq noyaux distincts auxquels des variations de vitesse qui ne dépassent pas 1 mètre, ont donné des durées de révolution très différentes.

Ces exemples, et bien d'autres, que l'on pourrait rappeler,

prouvent que la désagrégation des comètes n'est pas une pure hypothèse, puisqu'elle s'accomplit quelquefois sous nos yeux ; et la disparition de la Comète de Biéla, remplacée par une averse de Biélides, apporte une preuve matérielle à l'appui de la théorie qui veut que les étoiles filantes soient des débris de comète. Il s'agit seulement de préciser de quelle façon a lieu cette génération cométaire des essaims météoriques.

Plusieurs théories ont été développées. Les unes ne font appel qu'aux perturbations exercées par le Soleil et par les planètes sur une faible masse qui occupe un grand volume. D'autres invoquent en outre l'action d'une force répulsive, émanée du Soleil et qui résulterait du jeu des polarités électriques ou magnétiques. Mais toutes s'accordent à montrer la possibilité de la formation des essaims par des émanations nucléaires des comètes. Si l'on admet l'intervention de forces électriques, on peut aller plus loin et montrer que, dans certains cas, des comètes pourraient en quelque sorte renaître de leurs cendres et se reconstituer par des agglomérations formées au sein d'un courant météorique. De fait, ces courants charrient des masses de dimensions très différentes, et les bolides et les aérolithes ne sont peut-être que des poussières cosmiques ainsi agglomérées.

Tous ces météores, étoiles filantes, bolides, aérolithes, en tombant sur les planètes, amènent une augmentation de leurs masses très lente, il est vrai, mais qui n'est pas tout à fait négligeable. D'après des évaluations très modestes reposant sur des bases sérieuses, la Terre recevrait chaque jour de cette source 54 000 kg. de matière, soit 20 millions de kg. par an, représentant 3650 mètres cubes de poussières cosmiques, d'une densité égale à la densité moyenne de notre globe. Encore n'est-ce là qu'une limite inférieure, car on n'a tenu compte dans le calcul qui la fournit que des météores visibles à l'œil nu. Si l'on y fait entrer les météores télescopiques, beaucoup plus nombreux, sans parler des poussières invisibles, on arrive à 5 ou 6 millions de kg. par jour, soit 2 millions de tonnes par an. Kleiber a cru même pouvoir fixer la limite supérieure à 540 millions de kg. par jour, ou 200 millions de tonnes par an.

On s'est demandé quelles pouvaient être les conséquences de ces chutes incessantes de météores au point de vue du mouvement de la Terre et de son satellite ; ne fallait-il pas en particulier y chercher l'explication des difficultés que soulève l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune ?

Pour faire saisir le lien qui, théoriquement, rattache ces deux phénomènes, nous devons rappeler ce que l'on entend par accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune et marquer la difficulté que l'on rencontre dans son interprétation.

La loi de l'attraction ferait décrire à une planète, autour du Soleil, ou à la Lune autour de la Terre, une ellipse invariable, si la planète et le Soleil, ou la Terre et la Lune existaient seuls. Mais on ne peut laisser ainsi de côté l'action des autres planètes et, en particulier, l'action du Soleil dans l'étude du mouvement de la Lune. Le calcul montre que ces actions perturbatrices introduisent, dans les éléments du mouvement des planètes et du mouvement de notre satellite, de nombreuses inégalités d'allure, en général, périodiques.

Pour les planètes, on constate, en défalquant les inégalités périodiques, que la longitude croît de quantités égales en des temps égaux, en d'autres termes, que le *moyen mouvement est constant*, et l'observation confirme cette conclusion. Mais il n'en est plus ainsi pour la Lune : le temps progressant par intervalles égaux, de siècle en siècle, son moyen mouvement correspondant va en augmentant. Le terme qui représente cette *accélération séculaire* est proportionnel au carré du temps écoulé ; cela signifie que si cette accélération est de 10″, par exemple, en un siècle, en dehors de sa variation progressive régulière, la longitude de la Lune croîtra de 40″ en deux siècles, de 90″ en trois siècles, etc. Laplace a montré que la diminution très lente de l'excentricité de l'orbite terrestre avait de fait pour conséquence une accélération du mouvement de la Lune qu'il évalua à 10″. Mais Adams et Delaunay ont prouvé depuis qu'il fallait diminuer le nombre obtenu par Laplace et le fixer à 6″,1. Or la conclusion tirée de la discussion des éclipses chronologiques établit d'une façon rigoureuse que, en réalité, l'accélération séculaire apparente du moyen mouvement de la Lune n'est pas de 6″ mais de 12″ à peu près. Dès lors, on ne peut voir dans la diminution de l'excentricité de l'orbite terrestre, la cause unique de cette accélération, puisqu'elle ne nous fournit que 6″,1, et il faut en chercher une ou plusieurs autres qui, s'ajoutant à la première, soient susceptibles de relever ce chiffre de 6″ et de le porter aux 12″ que réclame l'observation. Remarquons que l'on pourra faire entrer ici en ligne de compte non seulement les causes d'accélération *réelle* du mouvement de la Lune, mais les causes d'accélération *apparente*. Telle serait une augmentation lente de l'*unité de temps*, employée en astronomie. Il suffi-

rait, en effet, que le jour sidéral allât sans cesse en augmentant, chaque jour étant plus long que le précédent, d'une quantité toujours la même, mais extrêmement petite, pour que nous attribuions aux mouvements célestes, surtout aux plus rapides, une accélération séculaire. Un exemple vulgaire permettra de nous en rendre compte. Je lis sur ma montre l'heure du départ et l'heure d'arrivée à destination du train dans lequel je suis embarqué. Je constate qu'il est parti à l'heure, mais qu'il arrive trop tôt ; sa vitesse moyenne a donc subi une *accélération* qui peut être réelle ou apparente : elle est réelle si, de fait, la vitesse moyenne du train a dépassé la vitesse réglementaire ; elle est apparente si ma montre a retardé en route.

Or l'unité de temps — le jour sidéral — est la durée d'une rotation de la Terre autour de son axe. Toute cause capable de ralentir cette rotation, dans le cours des siècles, donnerait donc une accélération séculaire apparente à tous les mouvements célestes rapportés à cette unité variable, et d'autant plus grande que le mouvement considéré est plus rapide. En effet, soit v la vitesse moyenne apparente d'un mobile parcourant l'espace e en t unités de temps, comptées sur le chronomètre infidèle. On a $v = \frac{e}{t}$. Mais le chronomètre a retardé, l'unité de temps, qu'il nous a fournie au cours de la durée t, a augmenté, en moyenne, de la petite fraction θ, en sorte que la vitesse moyenne réelle du mobile n'est pas v, mais $v' = \frac{e}{t(1+\theta)}$; l'accélération apparente due au retard du chronomètre vaudra donc $v - v' = \theta v'$, elle est d'autant plus grande que v' est plus grand.

Comparé aux mouvements des planètes, celui de la Lune est rapide. Dès lors, si l'accroissement de la durée du jour existe réellement, il n'y aurait rien d'étonnant à ce que ses effets se manifestent seulement dans le cas de notre satellite.

Revenons aux conséquences de la chute des météores.

Théoriquement, la rencontre, par la Terre et la Lune, de courants météoriques fournit une cause d'accélération apparente du moyen mouvement de notre satellite ; mais il s'agit de déterminer la grandeur des effets qu'elle peut produire.

Ces effets sont de trois sortes. En premier lieu, l'accroissement des masses de la Terre et de la Lune dû aux poussières qu'elles recueillent en route ; ensuite, l'influence que les chocs des météores exercent sur leur mouvement de translation et qui est absolument analogue à celle d'un milieu résistant ; enfin l'augmentation du volume de la Terre.

D'après les calculs de Seeliger, une pluie de météores assez intense pour former, dans le cours d'un siècle, un dépôt de 1^{mm} d'épaisseur et de densité égale à celle de la Terre, produirait, dans le mouvement de la Lune, une accélération séculaire de 0″,9 due à l'augmentation des masses, et une autre de 9″,2 due à la résistance résultant du choc des météores; en tout 10″,1. Enfin, l'augmentation du volume de la Terre entraînerait un retard dans sa rotation, se traduisant par une accélération séculaire apparente de la Lune de 0″,7, et qui, ajoutée aux 10″,1 que nous venons de trouver, porterait l'accélération totale à 10″,8. C'est le double, à peu près, de ce qu'il faudrait pour combler le déficit signalé tantôt, 6″. Malheureusement, cette quantité de poussières cosmiques qui, à première vue, paraît insignifiante, représente une chute de 13 millions de mètres cubes, ou de 70 milliards de kilogrammes par jour. C'est 12 000 fois ce que semble donner l'observation, et 13 fois la quantité qui représente la limite supérieure indiquée par Kleiber. Il est vrai que pour expliquer une accélération de 6″, il suffirait d'un dépôt d'un demi-millimètre par siècle, mais c'est encore trop demander, alors surtout qu'on ne trouve qu'en doses infimes les poussières cosmiques dans l'atmosphère, sur la surface du sol et au fond des mers où elles auraient dû cependant s'accumuler en couches très respectables au cours des longs siècles d'existence de notre planète.

Aussi, sans refuser aux météorites une place dans l'explication de l'accélération du mouvement de la Lune, on invoque concurremment d'autres causes encore, de nature à ralentir la rotation de la Terre, en particulier les marées, qui agissent sur notre globe à la manière d'un frein. Telle est du moins l'influence très certaine qu'elles produiraient sur une terre entièrement recouverte d'eau. En réalité, les obstacles que la présence des continents oppose à la propagation des marées, rendent leur action sur la rotation du globe moins nette et plus difficile à apprécier. En outre il est d'autres influences, telles que le retrait du globe par refroidissement, qui agissent en sens inverse et tendent à accélérer son mouvement de rotation; en sorte que la solution du problème difficile soulevé par l'accélération séculaire de la Lune, reste incomplète et confuse.

J. T.

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES ET DES SCIENCES

—

L'Histoire de la Quadrature du Cercle, par le P. Carrara (1). — Parmi les problèmes de mathématiques qui ont attiré l'attention des savants, celui de la Quadrature du Cercle a, pendant de longs siècles, joui d'une popularité hors de pair. Sans doute l'objet principal de tant d'efforts n'a pas été obtenu et ne pouvait l'être ; les étudiants les plus novices le savent aujourd'hui. Mais que d'importantes et belles théories ont été édifiées pour réaliser cette quadrature impossible à atteindre ! Aussi le P. Carrara a-t-il été bien inspiré en essayant d'en écrire l'histoire.

Sa monographie est étendue, fort documentée, faisant connaître tous les travaux importants, depuis ceux de l'antiquité la plus reculée jusqu'aux mémoires récents d'Hermite, de Weierstrass et de Lindemann. Elle est le fruit d'un grand travail et prouve un vrai talent. Je voudrais pouvoir la dire parfaite; mais la vérité m'oblige à quelques critiques.

A titre de mathématicien, le P. Carrara jouit d'une compétence incontestée, bien connue du lecteur. D'autre part, au point de vue du travail d'érudition et de recherche, l'histoire de la Quadrature du Cercle est faite depuis longtemps. Ce qui manquait encore, ce que le P. Carrara cherche à nous donner, c'est un tableau d'ensemble. J'ai peu de reproches à lui faire. La narration est claire, rapide, suffisamment exacte, en un mot fort bonne. Elle est l'objet du grand texte de l'ouvrage, qui forme ainsi une œuvre de haute vulgarisation très digne d'éloges.

Je ne puis malheureusement pas en dire autant des nombreuses notes de petit texte, que le P. Carrara a cru devoir y ajouter au bas des pages. Les historiens des Mathématiques leur adresseront plus d'une critique. Ces notes de petit texte, il est à peu près superflu de le dire, ont pour principal objet ce que les Allemands d'aujourd'hui nomment la *Littérature* du sujet. Elles renferment de nombreux renseignements biographiques et bibliographiques.

(1) *Prof. Bellino Carrara, S. J. — I tre problemi classici degli antichi in relazione ai recenti risultati della scienza. Studio storico-critico. Problema primo, La Quadratura del Cerchio.* — Extrait de la Rivista di Fisica, Matematica e Scienze Naturali. Pavie, 1902, 172 pages.

Pour les écrire, le P. Carrara n'a guère été puiser aux sources primitives. Loin de moi de vouloir insinuer qu'il ait eu tort. Dans une histoire aussi étudiée, aussi achevée que celle de la Quadrature du Cercle, les citations de seconde main sont de mise. A recourir toujours aux documents originaux on s'exposerait à refaire inutilement le travail d'autrui et à perdre ainsi beaucoup de temps. Mais le tout n'est pas de citer des autorités, encore faut-il les choisir. Nous rencontrons à chaque page, sous la plume du P. Carrara, les noms de Montucla, de Chasles, de Bossut. Fort bien, ces historiens ont eu leur heure de célébrité, et leur lecture, je n'en disconviens pas, est, même aujourd'hui, très instructive. L'histoire a néanmoins marché depuis. Aussi le P. Carrara eût-il bien fait de n'accepter parfois leurs assertions que sous bénéfice d'inventaire et de les contrôler plus fréquemment par les travaux contemporains, notamment par les *Vorlesungen* (1) de Cantor. Il eût évité de nombreuses inexactitudes de détail.

Je tiens, bien entendu, le compte voulu des erreurs qui sont de simples fautes de plume, ou le fait de la négligence des correcteurs d'imprimerie. Celles-ci dépassent cependant parfois les bornes tolérées dans les revues allemandes ou françaises. Il est bien malaisé, pour n'en citer qu'un exemple (2), de deviner que la méthode *De ductu plani in planum* de Grégoire de Saint-Vincent a été donnée dans le *Problema Austriacum* (3) imprimé à Anvers, en 1647, et non pas dans les *Theoremata scientiae staticae* édités à Louvain, en 1624 (4). C'est bien là cependant, si je ne me trompe, l'idée de l'auteur, mais le titre entier du

(1) Le P. Carrara connaît ce grand ouvrage et le cite même à l'occasion, mais pas aussi souvent qu'il le mérite. Il le nomme, entre autres, à propos de l'invention du calcul différentiel (p. 121) ; j'eusse voulu voir à cette occasion joindre au nom de M. Cantor celui de M. Zeuthen, car il me paraît impossible de ne pas tenir compte des droits de Fermat, pour lequel le professeur de Copenhague a composé jadis un plaidoyer si remarquable (*Sur les quadratures avant le calcul intégral et en particulier sur celles de Fermat*, OVERSIGT OVER DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS, 1895, pp. 37-80).

(2) Note (2) au bas des pp. 107 et 108.

(3) Elle forme l'objet du Livre VII, pp. 703-864. Ce livre est la partie la plus remarquable de l'Œuvre de Grégoire de Saint-Vincent ; celle qui lui assure une place parmi les inventeurs de l'analyse infinitésimale.

(4) Voir sur ces thèses l'introduction à mon mémoire *Deux Lettres inédites de Grégoire de Saint-Vincent*, p. 7, publié dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE, t. XXVI, 2e partie, 1901-1902.

premier de ces ouvrages semble être tombé des formes de l'imprimeur.

Ces critiques faites, et je devais les faire, je ne puis qu'affirmer, une fois encore, au P. Carrara, le plaisir extrême que j'ai pris à la lecture de son mémoire et le prier de nous en donner bientôt la suite, j'entends l'histoire de la Duplication du Cube et celle de la Trisection de l'Angle.

Voici les titres des chapitres de l'histoire de la Quadrature du Cercle :

Chap. 1. Les Égyptiens, les Babyloniens et les Hébreux. Chap. 2. Les Grecs. Chap. 3. Les Romains, les Indiens et les Chinois. Chap. 4. Les Arabes. Chap. 5. Les Occidentaux et les Latins du moyen âge jusqu'à la fin du XIIIe siècle. Chap. 6. Les Latins depuis la fin du XIIIe siècle jusqu'à la Renaissance. Chap. 7. L'époque de la Renaissance. Chap. 8. De la fin de la Renaissance à l'invention du Calcul différentiel. Chap. 9. De l'invention du Calcul différentiel et intégral jusqu'à la démonstration de l'irrationalité de π par Lambert. Chap. 10. De Lambert jusqu'à nos jours.

L'Arithmétique des Grecs, par M. Gino Loria (1). — En nous donnant l'" Arithmétique des Grecs „ M. Loria termine d'une manière magistrale son grand ouvrage sur les *Sciences exactes dans la Grèce antique*. J'ai déjà eu l'occasion de faire connaître aux lecteurs de la Revue (2) le mérite des premiers volumes de l'œuvre du professeur de Gênes ; je ne puis, à propos de ce cinquième et dernier volume, que répéter les mêmes éloges et dire qu'il est digne de ceux qui l'ont précédé. C'est la même envergure dans la conception du plan, la même clarté d'exposition, la même sûreté de critique, la même connaissance des sources historiques tant anciennes que modernes.

Le sujet à traiter était néanmoins, par moments, singulièrement obscur et embrouillé ; j'en appelle à tous ceux qui ont essayé de concilier entre eux les nombreux travaux écrits, de nos jours, sur les procédés usités, chez les Grecs, pour l'extraction des racines carrées et cubiques. Le résumé qu'en donne M. Loria est net et clair. On y saisit, sans ambiguïté, les points

(1) *Le scienze esatte nell' antica Grecia, di Gino Loria prof. di geometria superiore nell' Università di Genova. Libro V (ultimo). L'Aritmetica dei Greci.* Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena. Sezione di Scienze. Vol. XII, série II, pp. 1-196.

(2) Revue des Questions scientifiques, 3e série, t. I, avril 1902, p. 666.

définitivement acquis à l'histoire et ceux, malheureusement beaucoup plus nombreux, sur lesquels la lumière n'a pas encore été faite.

Le mot " Arithmétique „ qu'on lit au titre du volume de M. Loria ne doit pas s'entendre dans le sens restreint de " science du calcul élémentaire „. Il s'étend à l'Algèbre et, d'une manière générale, à tout ce qui fait partie de la théorie des nombres ou de la résolution des équations. Voici, au surplus, les grandes divisions du volume :

I. *La Logistique des Grecs.* Ce mot *logistique* signifie ici l'arithmétique proprement dite, en d'autres termes, la numération, les quatre opérations fondamentales, les fractions, l'extraction des racines carrées et cubiques.

II. *L'Arithmétique dans l'École de Pythagore ;* III. *L'Arithmétique à l'Académie ;* IV. *Néo-pythagoriciens et néo platoniciens ;* V. *Diophante.*

VI. *Récréations arithmétiques des Grecs.* Les principales sont : le problème de la Couronne du roi Hiéron, celui des Bœufs d'Archimède et celui des Carrés magiques.

De tous ces chapitres le cinquième, consacré à Diophante, est sinon le plus important, du moins celui qui semble devoir intéresser le plus grand nombre de lecteurs. Le célèbre algébriste grec, si oublié aujourd'hui par la plupart des analystes, occupa pendant des siècles, dans la science des nombres, une place comparable à celle de Ptolémée dans l'Astronomie, ou d'Euclide dans la Géométrie. C'était justice. Qu'on veuille bien parcourir les pages 109-119 de " l'Arithmétique des Grecs „, où M. Loria donne la liste des équations étudiées par Diophante ; on admirera la richesse, la variété, souvent même la difficulté des problèmes qui y sont abordés et résolus (1) !

L'ouvrage de M. Loria se termine par une table alphabétique très complète de tous les noms cités dans les cinq volumes.

(1) Dans ses *Diophanti Alexandrini Opera omnia... Volumen II... Lipsiae Teubner... MCCCXCV*, pp. 287-297, M. Paul Tannery a donné un tableau analogue. M. Tannery suit l'ordre des propositions adopté par Diophante ; M. Loria groupe les propositions par ordre de matières. — Nesselman, dans son *Versuch einer kritischen Geschichte der Algebra... I Theil. Die Algebra der Griechen, Berlin... 1842*, a une sérieuse et bonne étude de Diophante (ch. VI-XI, pp. 243-476) ; mais cet ouvrage est un inextricable fouillis. Ce serait faire œuvre utile que de mettre à profit les travaux de MM. Loria et Tannery, pour nous donner, en français, un aperçu des méthodes de l'algébriste grec.

La Bibliographie de Pierre Apian, par F. Van Ortroy (1). — Pierre Bennewitz ou Bienewitz plus connu sous les noms d'Apianus ou d'Apian naquit à Leisnig, en Saxe, en 1495, et mourut le 21 avril 1552. Il fut pendant longtemps professeur à l'Université d'Ingolstadt, où il s'occupa surtout de géographie, de mathématiques et d'astronomie. Malgré la réputation européenne dont il jouit au XVIe siècle, ce savant est loin d'égaler son illustre compatriote et contemporain Michel Stiefel. Néanmoins il ne manque pas de valeur; aussi tous les historiens des mathématiques lui consacrent avec raison quelques pages. Apian a même un pli d'esprit original qui, aujourd'hui encore, mérite d'être remarqué : c'est un fervent des procédés graphiques. Les nombreuses éditions de ses œuvres, la plupart enrichies de figures à sections mobiles, donnent des solutions souvent ingénieuses, conçues, toutes réserves faites, dans un ordre d'idées rappelant de loin les méthodes de la nomographie moderne. Ce sont ces figures qui font le prix des œuvres d'Apian aux yeux des bibliophiles.

Les biographes n'ont pas manqué à Pierre Apian, mais je ne rappellerai ici que l'étude étendue que lui a consacrée, en 1882, M. Sigismond Günther (2). " Sans doute, dit avec raison M. Van Ortroy (3), ce travail n'est pas exempt de reproches ; l'information, par exemple, n'est pas toujours exacte ; les références ne sont pas suffisamment contrôlées, etc. ; mais c'est encore, ce nous semble, l'étude la plus complète, nous ne disons pas définitive, de l'œuvre de Pierre Apian. Après avoir tracé la vie du savant, M. Günther fait connaître la plupart de ses publications ; il les dissèque au point de vue des idées, mais non sous le rapport bibliographique. „

La manière trop sommaire dont M. Günther a traité le côté bibliographique de l'œuvre de Pierre Apian forme évidemment

(1) *Bibliographie de l'Œuvre de Pierre Apian*, par F. Van Ortroy, Bibliographie moderne, mars-octobre 1901, pp. 89-156, 284-333.

(2) *Peter und Philipp Apian, zwei deutsche Mathematiker u. Kartographen. Ein Beitrag zur Gelehrten-Geschichte des XVI Jahrhunderts.* Von Dr Siegmund Günther. Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften von Jahre 1881-1882. VI. Folge, 11 Band. Prag. 1882, 136 pages. Les pages 4-81 sont consacrées à Pierre Apian, M. Maurice Cantor les a résumées avec la supériorité qui lui est propre dans ses *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, 2e éd., t. 2. Leipzig, Teubner, 1900, pp. 401-405. Je ne puis qu'y renvoyer le lecteur.

(3) P. 89.

une lacune dans l'étude du professeur de Munich, et M. Van Ortroy a été heureusement inspiré en cherchant à la combler. La *Bibliographie de l'Œuvre de Pierre Apian* n'a pas pour but de remplacer la biographie de Pierre Apian de M. Günther. " Dans notre essai, dit M. Van Ortroy (1), nous voulons nous borner à envisager chaque carte, chaque opuscule, chaque volume, sous le rapport de la forme, des diverses éditions ou traductions, de ses transformations en un mot, si nous osons dire. Ainsi présentée, notre esquisse, si imparfaite soit-elle, vient en quelque sorte compléter le mémoire de l'érudit professeur de Munich. „ Les mémoires de MM. Günther et Van Ortroy ne peuvent en effet à aucun point de vue se substituer l'un à l'autre. Ils devront être désormais tous les deux entre les mains de ceux qui voudront écrire sur Pierre Apian.

Cependant, en présentant au lecteur son mémoire comme simple complément, simple annexe de celui de M. Günther, le professeur de l'Université de Gand est vraiment par trop modeste. Son *esquisse*, pour parler avec lui, forme un tout indépendant, complet, représentant une somme de travail personnel énorme. C'est une étude bibliographique bien près d'être définitive et à laquelle il ne semble pas en tous cas que l'on doive d'ici à longtemps apporter des additions de quelque importance. Tout au plus pourrai-je peut-être citer une lacune ; encore M. Van Ortroy me répondrait-il probablement qu'elle est voulue. Le professeur de l'Université de Gand ne nous dit rien des manuscrits de Pierre Apian (2). Et pour en nommer un en particulier, le *Liber de mensuratione vasorum cum artificiali partis vacuae inventione* (3), doit-il être considéré comme définitivement perdu ? Nous eussions été heureux de l'apprendre.

Quoi qu'il en soit, il faut avant tout féliciter M. Van Ortroy, d'un mérite trop rare en bibliographie : l'exactitude. Il y a bien l'une ou l'autre faute d'impression dans la première partie, mais toutes celles qui ont quelque importance sont indiquées dans un errata. L'auteur a, en outre, un mérite dont on ne saurait trop le louer, celui de ne pas avoir perdu de vue que le premier but d'une bibliographie doit être de fournir un instrument de travail. Il cite les sources, nomme les exemplaires qu'il connaît,

(1) Pages 89 et 90.

(2) Il faut faire exception toutefois pour le manuscrit cité p. 324 sous le nº 109.

(3) Voir Cantor, *Vorlesungen*, 2e éd., t. II, p. 404. — Günther, *Peter und Philipp Apian*, p. 27.

donne même le plus souvent leur cote, en un mot, tâche de se rendre utile. " Pour chaque ouvrage, dit-il, (1) nous signalons les diverses éditions ou traductions dans l'ordre chronologique, avec l'indication de quelques bibliothèques où elles se rencontrent. „ Cette indication des bibliothèques est des plus précieuses et les bibliographes devraient toujours la donner pour les éditions du XVIe siècle. Que de temps, que de recherches inutiles elle épargnerait aux travailleurs ! Les indications de M. Van Ortroy sont fort riches, car il a fouillé toutes les grandes bibliothèques de l'Europe. Je nommerai l'*Astronomicum caesareum* (2), par exemple, donné comme rare par Houzeau (3), et dont M. Van Ortroy ne signale pas moins de vingt-sept exemplaires !

M. Van Ortroy classe les travaux de Pierre Apian sous deux rubriques : *Cartes en feuilles, Livres et Opuscules ;* et sous chacune de ces rubriques, je l'ai déjà dit, il les range par ordre de dates. En voici la table sommaire. Les chiffres arabes indiquent les ouvrages différents (4), les chiffres romains leurs diverses éditions.

A. *Cartes.* I. Tipus orbis universalis, N°s 1 et 2 ; II. Mappamundi, N° 3; III. Tabula Hungarie *(sic)*, N° 4; IV. Mappemonde cordiforme simple, N° 5 ; V. Das Francken Landt. Chrorographî Franciae orientalis, N° 6 ; VI. Europa, N° 7 ; VII. Globes terrestres et celestes, N° 8 ; VIII. Perigrinatio Divi Pauli, N° 9.

B. *Livres et Opuscules.* IX. Isagoge in typum cosmographicum, N° 10 ; X. Declaratio et usus typi cosmographici, N°s 11 et 12; XI. Practica (5), N°s 13-20; XII. Ein kunstlich Instru-

(1) P. 91.

(2) Ingolstadt, P. Apian, 1540, in-fol.

(3) *Catalogue des Ouvrages d'Astronomie et de Météorologie qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique*, p. 217. — *Bibliographie générale de l'Astronomie* par Houzeau et Lancaster, t. I. Bruxelles, Hayez, 1887, p. 567. Dans ce dernier ouvrage on lit la note suivante, relative à l'*Astronomicum caesareum :* " Ouvrage très intéressant pour connaître l'état de l'astronomie vers le milieu du XVIe siècle. Dans la première partie l'auteur s'efforce de substituer les méthodes graphiques à l'emploi des tables. Dans la seconde, on voit un instrument pour résoudre tous les triangles sphériques, les observations de cinq comètes et la remarque que les queues sont opposées au soleil. Parmi les comètes observées se trouvait celle de Halley à son apparition de 1531, à l'occasion de laquelle Halley a cherché longtemps un exemplaire de cet ouvrage. „

(4) A la p. 156, le chiffre XIV a été oublié avant le N° 66.

(5) Dans cette petite plaquette Apian s'occupe d'astrologie et de météorologie ; on n'en connaît pas d'exemplaire dans les bibliothèques belges.

ment oder Sonnen Ur. N° 21 ; XIII. Cosmographicus liber (Cosmographia) (1), N°s 22-65 ; XIV. Sphaera Johannis de Sacrobosco, N° 66 ; XV. Underweysung aller Kaufmanns Rechnung (2), N°s 67-73 ; XVI. Novae Theoricae planetarum G. Peurbachii, N°s 74-80 ; XVII. Cosmographiae introductio (3), N°s 81-94 ; XVIII. (Lunae vicissitudo) (4), N° 95 ; XIX. Astronomicum imperatorium, N° 96 ; XX. Ein kurtzer Bericht d'Observation, N° 97 ; XXI. Quadrans astronomicus, N° 98 ; XXII. Horoscopion, N° 100 ; XXIII. Introductio geographica, N°s 101 et 102 ; XXIV. Liber Jordani Nemorarii de Ponderibus, N° 103 ; XXV. Instrument Buch, N°s 104 et 105 ; XXVI. Folium populi, N° 106 ; XXVII. Instrumentum primi mobilis (5), N°s 107 et 108 ; XXVIII. Inscriptiones sacrosanctae vetustatis (6), N° 109 ; XXIX. Vitellionis περὶ ὀπτικῆς libri X, N°s 110 et 111 ; XXX. Astronomicum caesa-

(1) La *Cosmographia* est au point de vue belge le plus intéressant des ouvrages d'Apian, à cause des opuscules de Gemma Frisius que la plupart de ses éditions contiennent.

(2) La *Kaufmanns Rechnung* est un traité d'arithmétique qui semble ne pas avoir été dénué de toute valeur. Malgré les sept éditions qu'il a eues, on n'en connaît pas d'exemplaire dans les bibliothèques belges (Voir Cantor, *Vorlesungen*, 2e édit., t. II, pp. 402 et 403).

(3) " Cet opuscule, dit M. Van Ortroy (p. 294), ne porte pas la signature de P. Apian ; mais il semble impossible de lui en contester la paternité. La *Cosmographiae Introductio*, en effet, est imprimée à Ingolstadt, où professait Apian, et de plus elle renferme divers passages (tels les ch. XXV-XXVIII dans certaines éditions) empruntés au *Cosmographicus Liber* de 1524. „

(4) Le seul exemplaire connu de cet ouvrage appartient à la Bibliothèque de l'Université de Munich (Math. 306^b), mais il est incomplet du titre. M. Van Ortroy se demande (p. 301) si la *Lunae vicissitudo* ne serait pas l'*Astronomicum imperatorium*. On ne connaît plus d'exemplaire de ce dernier ouvrage, mais son existence est néanmoins mise hors de doute par une inscription placée au titre du *Quadrans Apiani astronomicus* d'Ingolstadt, 1532.

(5) L'*Instrumentum primi mobilis* a été édité deux fois à Nuremberg, chez J. Petreius, en 1534 et en 1541 ; mais la première édition est beaucoup plus importante que la seconde. D'abord elle contient la traduction latine de l'Astronomie de Geber par Gérard de Crémone, traduction qui n'a plus jamais été rééditée depuis lors. Ensuite elle renferme la plus ancienne table de sinus indépendante de la division sexagésimale du rayon. Cette table est calculée au rayon 100 000 et pour toutes les minutes du premier quadrant. Pierre Apian ne nous dit pas par quels procédés il l'a construite.

(6) Cet ouvrage prouve qu'Apian n'était pas spécialisé dans une branche de la science, mais qu'il avait des connaissances de genres fort divers. Voir *Peter und Philipp Apian* par Günther, pp. 20 et 21.

reum, Nos 112 et 113 : XXXI. Een nieu constich boeck, N° 114 ; XXXII. Inventum P. Apiani (1), N° 115 ; XXXIII. Centiloquium Circini proportionum (2), N° 116.

En comparant la *Bibliographie de l'Œuvre de Pierre Apian* de M. Van Ortroy avec le *Catalogue des Ouvrages d'Astronomie et de Météorologie qui se trouvent dans les principales Bibliothèques de la Belgique* de Houzeau, on s'aperçoit au premier coup d'œil que la liste des Ouvrages d'Apian sur l'Astronomie donnée par Houzeau est assez incomplète. Voici quelques omissions de nature à intéresser le lecteur belge.

Houzeau ne signale qu'un exemplaire du *Folium populi*, celui de la Bibliothèque communale à Anvers ; il faut en ajouter deux autres, l'un à la Bibliothèque royale de Belgique, l'autre à la Bibliothèque de l'Université de Louvain, privés cependant tous les deux de la planche hors texte.

Omission du même genre pour la première édition de l'*Instrumentum primi mobilis* (3). Houzeau nomme le seul exemplaire de la Bibliothèque communale à Anvers et passe sous silence celui de l'Université de Louvain et celui du Collège de la Compagnie de Jésus dans la même ville.

Enfin Houzeau ne signale aucun exemplaire du *Quadrans astronomicus* ni de l'*Horoscopion*. Le premier de ces ouvrages existe cependant à la Bibliothèque de l'Université de Louvain ; le second, à cette même Bibliothèque et en outre à la Bibliothèque de l'Observatoire royal de Belgique et au Collège de la Compagnie de Jésus à Louvain.

Les Œuvres de Neper, analysées par N. L. W. A. Gravelaar (4). — C'est Biot (5), en 1835, qui semble avoir le premier

(1) Ouvrage publié pour la première fois en 1616 seulement. " Ce volume, dit M. Van Ortroy (p. 332), et la seconde partie du suivant sont probablement une reproduction de deux manuscrits délaissés par Apian ...

(2) Publié pour la première fois à Nuremberg, en 1626.

(3) Nuremberg, 1534. C'est l'édition qui contient l'Astronomie de Geber. Voir la note 5 à la page 325 ci-dessus.

(4) *John Napier's Werken* door N. L. W. A. Gravelaar. — Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Eerste Sectie, Deel VI, no 6, 21 april 1899, 159 pp. avec un portrait de Neper et 3 pl. hors texte.

(5) *Memoirs on John Napier of Merchiston etc.* — *Mémoires sur Jean Napier de Merchiston, contenant sa généalogie, sa vie, le tableau des temps où il a vécu, et une histoire de l'invention des logarithmes, par*

parlé avec quelque exactitude des ouvrages de Neper. Par une fatalité attachée trop ordinairement aux inventeurs, dont les découvertes se sont ultérieurement perfectionnées, on ne lit bientôt plus leurs œuvres originales. La succession même des progrès qu'un trait de génie comme celui de Neper excite, fait qu'au bout de quelques années, on n'a plus besoin que de l'idée primordiale de l'inventeur ; la méthode qui a fait trouver cette idée préoccupe peu. Ainsi le calcul algébrique fournit aujourd'hui des séries rapidement convergentes, au moyen desquelles on obtient les logarithmes par une voix directe, aisée et avec une netteté qui permet d'apprécier sans effort le degré d'approximation des résultats. Personne ne se soucie plus des méthodes de Neper; aussi l'étude de M. Gravelaar sera pour beaucoup de lecteurs une véritable révélation. Bien plus, cette étude leur sera utile, car dit Lagrange (1) : " On doit être curieux de connaître la marche souvent indirecte et pénible des inventeurs, les différents pas qu'ils ont faits pour parvenir au but, et combien on est redevable à ces véritables bienfaiteurs des hommes. Cette connaissance d'ailleurs n'est pas de pure curiosité : elle peut servir à guider dans des recherches semblables, et elle sert toujours à répandre une plus grande lumière sur les objets dont on s'occupe. „

Cependant l'étude de M. Gravelaar rendra en outre le service de rectifier d'innombrables erreurs courantes, presque classiques. C'est que l'une des causes qui ont le plus contribué à répandre l'obscurité sur les méthodes de Neper est l'inexactitude avec laquelle deux des principaux historiens des mathématiques, Montucla et Delambre (2), en ont parlé. " Pour Mon-

Mark Napier esq. Un volume in-4° de 354 pages avec plusieurs planches, dont l'une offre le portrait authentique de Jean Napier. Édimburg 1834, — Premier article par J. B. Biot, JOURNAL DES SAVANTS, 1835, pp. 151-162.

Même titre. *Deuxième article* par J. B. Biot, JOURN. DES SAV., 1835, pp. 257-270, suivi d'une *Note* par Édouard Biot, pp. 270-273.

Analyse et restitution de l'ouvrage original de Napier, intitulé : Mirifici logarithmorum canonis constructio par J. B. Biot, JOURN. DES SAV., 1835, pp. 354-368.

Les deux premiers articles ont été réédités à l'exception de quelques notes mathématiques, dans les *Mélanges scientifiques et littéraires* par J. B. Biot, Paris, Michel Lévy, 1858, t. II, pp. 391-425.

(1) Cité par M. Gravelaar et placé en épigraphe à la page 3 de son mémoire.

(2) *Histoire des Mathématiques, dans laquelle on rend compte de leurs progrès depuis leur origine jusqu'à nos jours...* Nouvelle édition... par

tucla, l'historien vulgaire des mathématiques, dit Biot (1), on serait presque tenté de croire qu'il n'a pas eu entre les mains l'ouvrage posthume et explicatif de Napier ; car il lui attribue des projets de bissection qui ne sont pas les siens, et qui ont été employés depuis par Briggs. On devrait s'attendre à en trouver une plus juste estime dans l'*Histoire de l'Astronomie*, par Delambre, à qui ne manquait ni la connaissance des méthodes logarithmiques actuelles, ni l'amour de la vérité. Mais, par un défaut de philosophie qui se fait trop remarquer dans son ouvrage, il n'emploie pas seulement la simplicité de nos formules modernes, pour mettre au grand jour les idées de Napier, ce qui serait leur véritable usage, il traduit imparfaitement ces idées en formules modernes, leur donne ainsi pour base une approximation empirique qu'elles n'ont point, et qui est positivement opposée à l'esprit de Napier. Puis, ainsi défiguré, il l'examine, lui demande compte d'inexactitudes qu'il n'a pas commises, de fautes qu'il lui attribue par sa propre erreur ; après quoi il en porte un jugement qui pour être bienveillant et approbatif n'en est pas moins faux. „

Ce n'est pas toutefois qu'il manque de bonnes analyses de la *Descriptio* (2) et de la *Constructio* (3) de Neper, par exemple,

J. F. Montucla... T. II, Paris, Agasse, An VII. — 4e partie. Liv. I, § III, pp. 14-29.

Histoire de l'Astronomie moderne, par M. Delambre. Paris, Courcier, 1821. — T. I. Liv. V, pp. 491-506.

(1) Journal des Savants, 1835, pp. 259-260. — *Mélanges scientifiques et littéraires*, t. II, pp. 409 et 410. — M. Gravelaar cite ce passage presque en entier à la p. 13 de sa préface. Plus d'un demi-siècle après Biot, il eût pu répéter avec lui : " Si je parviens à retirer l'ouvrage original de Neper du tombeau où l'ont enseveli les commentateurs, je croirai avoir donné un sujet de satisfaction véritable aux savants éclairés qui aiment la gloire de leurs prédécesseurs comme leur héritage, et se trouvent heureux de pouvoir rendre un juste hommage à leurs travaux. „ Journal des Savants, 1835, p. 261. — *Mélanges*, t. II, pp. 411 et 412.

(2) Mirifici | Logarithmorum | Canonis descriptio, | Ejusque usus, in utraque | Trigonometria ; ut etiam in | omni Logistica Mathematica, | amplissimi, facillimi, & | expeditissimi explicatio. | Authore ac Inventore, | Ioanne Nepero, | Barone Merschistonii, | &c. Scoto. | Edinbvrgi, | Ex officinâ Andreae Hart | Bibliopôlae, CIↃ. DC. XIV. — In-4o de 156 pp.

Rééditions. Lat. Édimbourg 1619 (avec la *Constructio* en appendice), Lyon, 1619, 1620 et 1658 (toutes avec la *Constructio* en appendice). Londres, 1807 (dans le t. VI des *Scriptores logarithmici)* ; — Angl. Londres, 1616 et 1618. Édimbourg, 1857.

(3) Mirifici | Logarithmorvm | Canonis Con- | strvctio ; | Et eorum ad naturales ipsorum habitudines ; | Vnà Cvm | Appendice, de aliâ eâque

celle de M. Cantor au second volume de ses *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik* (1). Mais on ne peut pas tout discuter dans une analyse de ce genre. Ensuite la rareté des ouvrages de Neper rendant le recours aux sources difficile, les controverses sur des points importants se renouvellent inutilement. Aussi un travail comme celui de M. Gravelaar est-il une bonne fortune pour les historiens des mathématiques, car fidèle à une méthode qui lui est personnelle et dont il faut le féliciter, l'auteur nous donne un mémoire fortement documenté et pouvant dans bien des cas suppléer l'absence du texte original. Voici dans ses grandes lignes la manière de procéder du professeur de Deventer. Après une courte notice biographique de Neper, il parcourt successivement et par ordre de dates chacun des cinq ouvrages que l'illustre Anglais nous a laissés. Ce sont, on le sait, un Commentaire sur l'Apocalypse (2), la *Logarithmorum Descriptio* (3), la *Rabdologia* (4), la *Logarithmorum Construc-*

praestantiore Loga- | rithmorum specie condenda. | Qvibus Accessere | Propositiones ad triangula sphaerica faciliore calcvlo resolvenda : | Vnà cum Annotationibus aliquot doctissimi D. Henrici | Briggii, in eas & memoratam appendicem. | Authore & Inventore Ioanne Nepero, Barone Merchistonii, &c. Scoto. | Edinbvrgi. | Excvdebat Andreas Hart. Anno Domini 1619. — In-4° de 68 pp. Se trouve tantôt à part, tantôt à la suite de la *Descriptio*.

Rééditions. — Lat. Lyon, 1619, 1620 et 1658 (toutes en appendice à la *Descriptio*). Paris, 1895 (fac-simile de l'édit. de Lyon, 1620). — Angl. Édimbourg et Londres, 1889.

(1) 2e édit., t. II, pp. 730-737.

(2) A Plaine Dis- | couery of the whole Reue- | lation of Saint Iohn : set | downe in two treatises : The | one searching and prouing the | true interpretation thereof : The o- | ther applying the same paraphrasti- | cally and historically to the text. | Set Foorth By | Iohn Napeir L. of | Marchistoun younger. | Wherevnto Are | annexed certaine Oracles | of Sibylla, agreeing with | the Reuelation and other places | of Scripture. | Edinbvrgh | Printed By Ro- | bert Walde-graue, prin- | ter to the Kings Ma | jestie. 1593. | Cum Priuilegio Regali. — In-4° de 296 pp.

Rééditions. Angl. Édimbourg, 1594, 1611 et 1645 ; Londres, 1611 ; — Holland. Middelbourg, 1600 et 1607 ; — Franç. La Rochelle, 1602, deux éd. diff., 1603, 1605, 1607, deux éd. diff. ; — Allem., Gera, 1611 et 1612, Francf. s. l. M., 1615 et 1627.

Voir sur cet ouvrage : Biot, Journal des Savants, 1835, pp. 151-162. *Mélanges*, t. II, pp. 391-406.

(3) Voir Note 2, p. 328 ci-dessus.

(4) Rabdologiae, | Sev Nvmerationis | PerVirgulas | Libri Dvo : | Cvm Appendice de expeditis- | simo Mvltiplicationis | Promptvario. | Quibus accessit & Arithmeticae | Localis Liber Vnvs. | Authore & Inventore

tio (1) et l'*Ars logistica* (2) M. Gravelaar donne une description bibliographique des plus minutieuses de la première édition de chacun de ces ouvrages ; il y ajoute la liste de leurs rééditions, celle de leurs traductions et les termine invariablement par l'indication des exemplaires qu'il en connaît dans les bibliothèques de la Hollande. Après cela il passe à une analyse complète et détaillée de chacun des cinq ouvrages, celle du Commentaire de l'Apocalypse étant cependant beaucoup plus courte que les autres.

Quelques points de cette analyse sont dignes d'attention ; et tout d'abord l'invention des logarithmes.

Neper a fait des logarithmes l'objet de deux ouvrages différents, la *Descriptio* qu'il publia de son vivant, en 1614, la *Constructio*, œuvre posthume éditée par son fils en 1619. Lui-même a fait connaître leur caractère distinctif.

" Jusqu'ici, dit-il, dans l'avertissement de la *Descriptio* (3), nous avons expliqué la genèse et les propriétés des logarithmes : il nous faudrait dire maintenant par quelle méthode on les obtient. Mais comme nous donnons au complet la table des logarithmes et des sinus qui y correspondent pour toutes les minutes du quadrant, nous renverrons l'exposé de la théorie du calcul des logarithmes à un meilleur moment et nous passerons à leur usage ; car si on commence préalablement par les employer et par en apprécier l'utilité, ce qui nous reste à en dire, ou bien plaira davantage si nous l'éditons, ou bien sera moins regretté si nous le laissons enseveli dans l'oubli. "

Dans l'épilogue du même ouvrage, Neper dit encore (4) :

" Vous voilà donc en possession de l'admirable Table des Logarithmes et vous connaissez dans toute son étendue l'usage qu'on en peut faire. Si les communications que vous voudrez m'adresser me font voir que les plus érudits d'entre vous y ont

Ioanne | Nepero, Barone Mer- | chistonii, &c. | Scoto. | Edinbvrgi, | Excudebat Andreas Hart, 1617. — In-12 de 168 pp.

Rééditions. Lat. Leyde, 1626 et 1628 ; — Ital. Vérone, 1623 ; — Holl. Gouda, 1626 (dans la 1e part. de la *Nieuwe Telkonst* de De Decker.)

(1) Voir Note 3, p. 328 ci-dessus.

(2) De Arte Logistica | Joannis Naperi | Merchistonii Baronis | Libri Qui supersunt. | Impressum Edinburgi | M.DCCC.XXXIX. — Tiré à très petit nombre d'exemplaires. Voir Brunet, *Manuel du Libraire*, 5e éd. Paris, Didot 1863, t. IV, col. 39.

(3) *Descriptio...* édit. de 1614, p. 7. — Je n'ai pas cet ouvrage à ma disposition. Je donne la référence d'après M. Gravelaar, p. 100, note 1.

(4) *Descriptio...* édit. de 1614, p. 57. D'après Gravelaar, p. 100, note 2.

pris intérêt, je serai encouragé à publier aussi la méthode qui a servi à construire cette table. „

Ainsi donc la *Descriptio* est plutôt un manuel pratique, la *Constructio* un traité théorique. Dans la *Descriptio* le baron de Merchiston expose le mode de génération qu'il attribuait aux logarithmes. Il y joint les propriétés numériques des logarithmes dérivant de cette définition ; leur usage pour simplifier les calculs lorsqu'il faut multiplier les nombres entre eux, ou les diviser les uns par les autres ; leur emploi dans les déterminations de trigonométrie et d'astronomie. Mais tout cela est donné sans explication, sans aucune ouverture sur les idées qui l'avaient conduit à concevoir l'utilité de ces Tables, non plus que sur les moyens qu'il avait employés pour les calculer. Dans la *Constructio*, au contraire, il explique, établit, démontre tous les procédés, tout le mécanisme des Tables de logarithmes qu'il n'avait pas voulu d'abord dévoiler. Aussi la *Constructio* est-elle bien plus importante que la *Descriptio*.

Mais alors, me demandera-t on, comment Neper ne la publia-t-il pas de son vivant ?

La réponse est aisée. Le succès des logarithmes ne fut pas immédiat. Willebrord Snellius, par exemple, ne s'en servit jamais (1). Sans doute au moment où Neper imagina les logarithmes, tous les mathématiciens, tous les astronomes sentaient le besoin impérieux de trouver quelque invention qui simplifiât les effroyables calculs numériques auxquels ils étaient sans cesse contraints de se livrer pour la résolution des triangles. Mais pour atteindre ce but, deux méthodes étaient en présence : celle de Jean Werner de Nuremberg et de Tycho Brahe, celle de Neper et de Kepler ; la prosthaphérèse et les logarithmes. Il y eut entre elles un moment d'hésitation. Tant qu'il ne s'agissait que de multiplications et de divisions, les deux méthodes se valaient. Les logarithmes avaient une supériorité incontestable pour l'extraction des racines, mais la prosthaphérèse avait pour elle l'avantage de la priorité et de l'habitude prise. La lutte ne fut cependant pas longue et bientôt la victoire des logarithmes fut complète ; trop complète même, car l'engouement pour les logarithmes fit à tort condamner entièrement tout emploi des

(1) Voir sur cette question mon mémoire : *Le degré du méridien terrestre mesuré par les distances des parallèles de Berg-op-Zoom et de Malines par Willebrord Snellius*, publié dans les Annales de la Société scientifique, t. XXIV, 1900, 2e part., p. 18, note 12.

Tables de lignes trigonométriques naturelles. Mais je ne veux pas reprendre une question que j'ai déjà traitée ici même (1); j'avais pour but de dire pourquoi l'invention de Neper n'eut pas dès le premier jour tout le succès qu'elle obtint depuis, pourquoi la *Logarithmorum constructio* est une œuvre posthume.

Il n'est guère possible, malgré leur intérêt, malgré l'érudition et le travail qu'ils ont coûté à M. Gravelaar, il n'est guère possible, dis-je, d'entrer maintenant dans les détails des commentaires, restitutions et démonstrations, qui constituent le fond même de son mémoire ; il faut de toute nécessité y renvoyer le lecteur (2). Mais il me reste à dire un mot de la *Rabdologia* et de l'*Ars logistica*.

(1) La *Trigonométrie de Tycho Brahe*. REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2e série, t. XX, oct. 1901.

(2) Je ne puis cependant passer complètement sous silence les célèbres *Analogies* ; aussi bien M. Cantor en parle-t-il avec quelque inexactitude dans ses *Vorlesungen* (2e éd., t. II, p. 704).

Une seule des *Analogies* peut être attribuée à Neper, qui la donne dans la *Constructio* sans démonstration ; c'est :

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(a-b)=\frac{\sin\frac{1}{2}(A-B)}{\sin\frac{1}{2}(A+B)}\operatorname{tg}\frac{1}{2}c.$$

Pour calculer la somme des côtés, Neper donne dans la *Constructio*

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(a+b)=\frac{\sin\frac{1}{2}(A+B)\sin(A-B)}{\sin(A+B)\sin\frac{1}{2}(A-B)}\operatorname{tg}\frac{1}{2}c$$

et

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(a+b)=\frac{2\sin\frac{1}{2}(A+B)\cos\frac{1}{2}(A-B)}{\sin(A+B)}\operatorname{tg}\frac{1}{2}c.$$

On regarde parfois ces deux formules comme l'équivalent de

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(a+b)=\frac{\cos\frac{1}{2}(A-B)}{\cos\frac{1}{2}(A+B)}\operatorname{tg}\frac{1}{2}c;$$

mais c'est à tort. Pour s'en convaincre, il suffit de se rappeler que du temps de Neper les formules de trigonométrie s'établissaient encore par des considérations purement géométriques. C'est Henri Briggs qui a le premier donné cette formule simplifiée, dans l'Appendice édité en 1619, à la suite de la *Constructio*. C'est dans ce même Appendice que Briggs donne encore

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(A-B)=\frac{\sin\frac{1}{2}(a-b)}{\sin\frac{1}{2}(a+b)}\operatorname{cotg}\frac{1}{2}C$$

et

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(A+B)=\frac{\cos\frac{1}{2}(a-b)}{\cos\frac{1}{2}(a+b)}\operatorname{cotg}\frac{1}{2}C.$$

En résumé, seule l'*Analogie* qui fournit la tangente de la demi-différence des côtés est due à Neper; les trois autres doivent être attribuées à Briggs. Briggs les a d'ailleurs, à l'exemple de Neper, données toutes les trois sans démonstration.

La *Rabdologia* (1) rentre dans cette catégorie d'ouvrages, si nombreuse autrefois, qui avait pour but de faciliter les calculs de l'arithmétique élémentaire par des bâtonnets, des jetons et d'autres moyens mécaniques. Les procédés particuliers à la *Rabdologia* de Neper ont été résumés par Cantor dans ses *Vorlesungen* (2). Tous ces moyens mécaniques anciens sont fort oubliés de nos jours et d'ailleurs avantageusement remplacés par d'autres, notamment par la *Règle à calcul*. Aussi, l'intérêt que présente aujourd'hui pour nous la *Rabdologia*, consiste presque tout entier dans la signature de son auteur (3). La griffe du lion s'y fait néanmoins par moments sentir, entre autres en deux circonstances. On trouve dans la *Rabdologia* le plus ancien exemple connu d'une multiplication abrégée; ensuite on y constate, pour le calcul des fractions décimales, un progrès incontestable sur les méthodes de Simon Stevin (4).

L'*Ars logistica* est beaucoup plus digne d'attention que la *Rabdologia*. C'est le plus rare des ouvrages de Neper ; si rare même, qu'en rendant compte des *John Napier's Werken* de M. Gravelaar, Cantor avoue n'en avoir jamais vu d'exemplaire (5). L'analyse que nous en donne le professeur de Deventer est plus détaillée et plus documentée encore que celle de la *Descriptio* et de la *Constructio*. C'est la partie, nous semble-t-il, la plus neuve de son travail et la plus utile pour l'historien des mathématiques.

L'*Ars logistica* a été édité, en 1839, par Marc Napier, d'après deux manuscrits inachevés de son illustre parent. Le premier était intitulé *Ars logistica*, le second *Algebra*. Il faut plutôt y voir deux essais séparés et différents, que les deux parties d'un même traité.

L'*Ars logistica* se subdivise en trois livres : Liv. I, Du calcul

(1) De ῥαβδίον, petite baguette, et λόγος, discours.

(2) 2e éd., t. II, p. 723.

(3) Le lecteur aura sans doute remarqué que Neper lui-même signe tantôt Napier et tantôt Neper. Il adopte cette dernière orthographe dans la *Rabdologia*, tandis que dans la *Constructio* et la *Descriptio* il écrit Napier.

(4) Voir sur ce sujet : *De Notatie der Decimale Breuken* door N. L. W. A. Gravelaar, publié dans Nieuw Archief voor Wiskunde. Tweede reeks, deél IV, Amsterdam, 1899, pp. 54-73.

C'est, à ma connaissance, l'étude jusqu'ici la plus exacte et la plus complète, sur l'histoire des fractions décimales.

(5) Zeitschrift für Mathematik und Physik, t. 45, 1900, historisch-litterarische Abtheilung, p. 15.

commun à tous les genres de quantités ; Liv. II, Du calcul arithmétique : Liv. III, De la logistique géométrique. Par ce dernier mot, Neper entend l'extraction des racines des nombres qui ne sont pas des puissances exactes (1).

L'Algèbre comprend deux livres. Le titre du premier, *De Nominata Algebrae parte*, est assez malaisé à traduire. Il correspond en fait au chapitre de nos algèbres élémentaires où l'on expose le calcul et les transformations des radicaux arithmétiques.

Le livre II est intitulé : *De positiva sive Cossica Algebrae parte*. C'est un traité de la résolution des équations.

M. Gravelaar a pris la peine d'indiquer lui-même (2) les résultats les plus remarquables de l'*Ars logistica* et de l'Algèbre. Ne pouvant transcrire ici ce passage en entier, je nommerai cependant dans l'Algèbre : les remarques sur l'introduction des solutions étrangères des équations, par l'élévation aux puissances : dans l'*Ars logistica* : l'extraction des racines des nombres décimaux et la *Tabula supplementorum*. Par cette expression, Neper désigne la figure qui porte aujourd'hui le nom de triangle arithmétique de Pascal (3).

M. Gravelaar nous donne enfin deux tableaux de formules bien intéressants.

Dans le premier (4), il rapproche et met en regard l'un de l'autre les divers algorithmes employés dans la suite des siècles pour indiquer l'extraction des racines. Nous pouvons ainsi y comparer les mérites et les défauts des notations de Chuquet, Pacciuolo, Cardan, Bombelli, Stifel, Stevin et Girard.

Dans le second (5) il fait un travail analogue pour les équations. Nous y trouvons les notations d'Alkalsâdî, Chuquet, Regiomontan, Cardan, Stifel, Stevin, Neper, Viète, Harriot et Descartes.

(1) " Geometrica ergo dicitur Logistica quantitatum concretarum per numeros concretos.

„ Concretus dicitur omnis numerus quatenus quantitatem concretam et continuam referat.....

„ Proprie autem et per se, concretos numeros dicimus radices numerorum quae nullo numero (sive integro sive fracto) mensurari possunt.....

„ Horum concretorum ortus habetur extrahendo e numeris radices eis non insitas. „

Cité par M. Gravelaar, p. 134.

(2) Pages 16 et 17.

(3) Voir Cantor : *Vorlesungen*, 2e éd., t. 2, pp. 750-753.

(4) P. 146.

(5) P. 151.

Cette analyse trop succincte de l'ouvrage de M. Gravelaar suffit cependant pour faire entrevoir l'abondance et la variété des renseignements qu'on y trouve. Cette abondance même m'engage à formuler une critique. On voudrait à l'occasion pouvoir retrouver ces renseignements avec facilité ; or les recherches dans les *Sir John Napier's Werken* sont pénibles. Il manque à ce beau travail un *Index* des matières dans le genre de celui que M. Cantor a donné à la fin de chacun des volumes de ses *Vorlesungen ;* c'est un desideratum que je signale à l'attention de M. Gravelaar.

La sélénographie de van Langren, par Wislicenus (1). — Ce n'est pas sans un certain embarras que j'entreprends d'analyser l'article de M. Wislicenus ; car si d'une part il faut lui reconnaître une incontestable importance, puisqu'il nous fait connaître un document d'un grand intérêt et tout nouveau, d'autre part cependant l'auteur se livre au sujet de ce document à une discussion qui appelle de formelles réserves. Voici d'abord en quels termes le professeur de l'Université de Strasbourg expose l'objet de son travail (2).

" M. Alsdorf, curé de Laufersweiler (Hunsruck), a découvert dans l'exemplaire de la *Selenographia* (3) d'Hevelius qui se trouve à la Bibliothèque impériale et nationale de l'Université de Strasbourg, une carte de la Lune insérée à la fin du volume et n'appartenant pas à cet ouvrage. Il en fit la remarque en renvoyant le volume à l'administration de la Bibliothèque ; il exprima en même temps l'opinion que cette carte, qui ne porte aucun

(1) *Über die Mondkarten des Langrenus.* Von Walter F. Wislicenus in Strassburg i. E. — Bibliotheca Mathematica. Zeitschrift für Geschichte der Mathematischen Wissenschaften. Herausgegeben von Gustaf Eneström in Stockholm. Dritte Folge. Zweiter Band. Leipzig, 1901, pp. 384-391.

L'article a été traduit sous le titre de : *Les Cartes de la Lune de Langrenus* dans le Bulletin de la Société Belge d'Astronomie, 7e année, Bruxelles, 1901-1902, pp. 39-47. Nous croyons devoir respecter l'anonymat de l'auteur de cette traduction. Nous recourrons à son travail pour les citations de l'article de M. Wislicenus que nous serons amené à faire.

Voir, en outre, l'étude que lui consacre le P. Carrara sous le titre : *Appunti storico-selenografici* dans la Rivista di Fisica de Pavie, juillet 1902.

(2) Bibl. math., 3e série, t. II, p. 384. — Bull. de la Soc. Belg. d'Astr., t. VII, p. 39.

(3) Publiée à Dantzig en 1647, in-fol.

nom d'auteur, pourrait être l'œuvre de Langrenus (1). On me soumit alors le volume et la carte en question. Celle-ci ne pouvant en aucune manière être attribuée à Hevelius, fut extraite du livre et placée dans un portefeuille spécial. J'ai essayé d'en déterminer l'origine. Je crois devoir publier le résultat de mes recherches, les renseignements historiques sur les travaux de Langrenus comme sélénographe étant encore mêlés de beaucoup d'obscurité. „

Cette dernière réflexion n'est que trop exacte et il nous faut savoir gré à M. Wislicenus d'avoir cherché à dissiper les ténèbres dans lesquelles se trouve encore plongé ce problème, car s'il n'y a pas réussi pleinement, son travail l'éclaire néanmoins d'un jour nouveau. Passons d'abord en revue la liste des documents dont on disposait antérieurement.

" A ma connaissance, dit M. Wislicenus (2), il n'existe que deux cartes de la Lune qui aient certainement pour auteur Langrenus (plus exactement Michel Florent van Langren). L'une se trouve à la Bibliothèque nationale de Paris, section des cartes et des plans ; elle porte la désignation *Kl. 1044*. L'autre est à Bruxelles, aux archives du *Conseil privé*, dans les actes désignés par ces mots : *de Gottignies actes dépêches 1645*. L'exemplaire de Paris a été décrit brièvement par Houzeau dans le Bulletin de l'Académie royale de Belgique, t. XIX, IIIe p. (1852), p. 506 (3). L'autre a été décrit et reproduit à une échelle réduite par M. L. Niesten, dans Ciel et Terre, 4e année (15 septembre 1883), p. 313 (4). La carte de Strasbourg a peu de ressem-

(1) Il s'agit de Michel Florent van Langren, né vraisemblablement à Anvers d'une famille hollandaise originaire de Arnhem, et décédé à Bruxelles en 1675. Ce n'est pas ici la place de discuter quel est le lieu de naissance de Michel Florent van Langren ; qu'il me suffise de dire que je me range à l'avis émis par A. Wauters dans la *Biographie nationale publiée par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, t. XI, Bruxelles 1890-1891, col. 278.

(2) Bibl. math., 3e série, t. II, pp. 384 et 385 ; — Bull. de la Soc. Belg. d'Astr., t. VII, pp. 39 et 40.

(3) L'article a pour titre : *Extrait des notes prises à la Bibliothèque royale, à Paris, en mars 1844*, par M. Houzeau. Il se divise en deux parties : Section des manuscrits. Houzeau y publie un fragment considérable de la correspondance de van Langren avec l'astronome français Boulliaud (pp. 498-506). — Section des cartes et des plans. Houzeau y donne une description assez sommaire de la carte de la Lune dont il est ici question (pp. 506 et 507).

(4) L'article est intitulé : *La Carte de la Lune de van Langren*, par Niesten, pp. 313-321, et une pl. hors texte.

blance avec ce dernier et il importait avant tout de procéder à une comparaison avec l'exemplaire de Paris. Comme celui-ci ne peut être prêté, à cause de sa rareté, M. le directeur Loewy le fit photographier à ma demande avec une faible réduction. Je lui en exprime ici publiquement ma reconnaissance. Les considérations qui vont suivre touchant la carte de Paris et celle de Bruxelles, s'appuient sur cette reproduction photographique et sur la copie publiée par L. Niesten. „

Après cette entrée en matière, M. Wislicenus décrit successivement les cartes de Paris, de Strasbourg et de Bruxelles ; puis il examine les renseignements que l'on trouve dans les histoires modernes de l'Astronomie au sujet de la carte de la Lune de van Langren. Sans le suivre pas à pas, voici tout d'abord pourquoi, à mon avis, les cartes de Strasbourg et de Bruxelles se ressemblent si peu.

La carte de Bruxelles joue de malheur. Feu M. Piot, archiviste général du royaume, la découvrit jadis dans les archives du *Conseil privé*. Soupçonnant qu'elle présentait de l'intérêt pour les astronomes, il en fit faire un calque qu'il envoya à la Bibliothèque de l'Observatoire royal. Ce calque y fut remarqué par M. Niesten, astronome à l'Observatoire. Ce dernier agit comme tout autre astronome eût probablement fait à sa place. L'autorité et la compétence de M. Piot lui parurent la meilleure garantie de l'exactitude du calque exécuté sous les yeux de l'archiviste général. C'était de la plus élémentaire prudence. M. Niesten publia par conséquent ce calque tel que M. Piot l'avait envoyé à l'Observatoire. La gravure de Ciel et Terre est donc faite sur une pièce de seconde main. Voilà pourquoi elle ne résiste pas à la comparaison minutieuse que M. Wislicenus essaie de lui faire subir avec la carte de Strasbourg ; et voilà aussi pourquoi rien ne confirme l'opinion du savant professeur quand il dit que " la carte de Bruxelles paraît être un dessin fait de la main de Langrenus lui-même „ (1).

J'aurais voulu en avoir le cœur net et ne pas me contenter d'une conjecture sur ce dernier point. Après avoir examiné le calque de la Bibliothèque de l'Observatoire reproduit par M. Niesten, je me proposais de le collationner sur l'original des Archives. Mais ici une surprise désagréable m'attendait. M. Piot avait l'habitude d'extraire des fardes les documents

(1) Bibl. math., 2e série, t. II, p. 389. — Bull. de la Soc. Belg. d'Astr., t. VII, p. 44.

qu'il utilisait et négligeait ensuite de les y replacer. Ces pièces forment aujourd'hui un amas énorme qui n'est pas encore reclassé et dans lequel les recherches sont à peu près impossibles. La carte de la Lune de van Langren n'existe plus parmi les " Actes dépêchés en 1645, par de Gottignies „. Elle se trouve donc probablement perdue dans le fonds des pièces de M. Piot, où il est pour le moment impossible de la retrouver (1). En tous cas, il n'y a guère d'importance à attacher à cette réflexion de M. Wislicenus (2) : " Si l'on compare entre elles les trois cartes dont il s'agit, on s'aperçoit que celle de Bruxelles est inférieure aux deux autres, non seulement comme exécution, mais encore et surtout pour ce qui regarde la forme et la position des divers objets. La position de beaucoup de grands cratères est si inexacte, qu'il est difficile et parfois impossible de les identifier. Sur les deux autres cartes l'identification se fait presque toujours sans hésitation. „ Pour apprécier le degré d'exactitude de la carte de Bruxelles, il faut attendre qu'on soit parvenu à remettre la main sur l'original (3).

Abordons maintenant un autre sujet. Les cartes de Paris et de Strasbourg ne sont pas identiques et ont été imprimées par deux clichés différents. " En général, dit M. Wislicenus (4), l'exemplaire de Paris est plus finement et plus soigneusement exécuté que celui de Strasbourg. Cette remarque s'applique à l'exécution de la lettre, aussi bien qu'à celle du pointillé par lequel on a représenté les taches sombres. Sur la carte de Paris les noms sont gravés plus délicatement et plus élégamment ; ils sont placés de telle sorte qu'aucun doute n'existe sur l'objet que chacun d'eux désigne ; on ne peut en dire autant de la carte de Strasbourg. Les deux gravures ont un étroit rapport l'une avec l'autre, cela résulte évidemment de ce que nous avons dit. Il serait cependant difficile de décider si l'une est une copie améliorée ou avantageusement retouchée de l'autre, ou si elles

(1) A ma demande, MM. les Archivistes ont bien voulu y faire quelques recherches, dont je les remercie vivement ; mais elles n'ont pas abouti.

(2) Bibl. math., 3e série, t. II, p. 389. — Bull. de la Soc. Belg. d'Astr., t. VII, p. 45.

(3) M. Niesten lui-même n'a pu me fournir aucun renseignement sur ce sujet. Il a eu l'obligeance de me faire connaître, par un ami commun, qu'il n'avait jamais vu la pièce des archives et qu'il avait fait une réduction du calque de l'Observatoire.

(4) Bibl. math., 3e série, t. II, pp. 388 et 389. — Bull. de la Soc. Belg. d'Astr., t. VII, p. 44.

ont été exécutées toutes deux d'après un dessin original de Langrenus. „

En disant cela, M. Wislicenus me semble perdre de vue que van Langren gravait lui-même les plaques de cuivre qui devaient servir de clichés à ses cartes. Le fait était de notoriété publique chez ses contemporains. Il me suffit pour le prouver de rappeler le témoignage d'André Tacquet (1), compatriote de van Langren, et celui de Riccioli (2), son correspondant et son ami. Tacquet et Riccioli (3) nous apprennent en outre que si van Langren lança dans le public une seule de ses cartes de la Lune sous le titre de *Selenographia Langreniana sive Lumina Austriaca Philippica*, il se proposait de publier un grand ouvrage contenant une trentaine de cartes de la Lune différentes entre elles. L'impression, dit Riccioli (4), en avait même été commencée, et il ressort de son récit que van Langren ne craignait pas d'en envoyer à ses amis les feuilles séparées au fur et à mesure qu'elles sortaient des presses de l'imprimeur. N'aurions-nous pas ainsi l'explication des différences que l'on observe entre les cartes de Paris et de Strasbourg ? La carte de Paris est signée, datée et porte le titre *Plenilunii lumina Austriaca Philippica*. Houzeau le dit explicitement (5) et M. Wislicenus le confirme (6). C'est, à n'en pas douter, un des exemplaires de la carte lancée dans le public par van Langren. La carte de Strasbourg, au contraire, ne serait-elle pas un exemplaire de l'une des trente cartes que van Langren destinait à sa Sélénographie ?

L'article de M. Wislicenus suggère d'autres réflexions encore, mais de moindre importance. Il est, par exemple, permis de regretter que l'auteur n'ait pas jugé opportun de nous donner

(1) *Opera mathematica*... Antverpiae, apud Jacobum Meursium, 1669, t. I, p. 343. — *Opera mathematica*... Antverpiae, apud Henricum et Cornelium Verdussen, 1707, p. 238.

(2) *Almagestum novum*... Bononiae... M. DC. LIII. T. I. pp. XL et 203.

(3) *Loc. cit.*

(4) *Almagestum novum*, t. I, p. 203.

(5) *Op. cit.*, p. 506. — Voici le titre d'après Houzeau : " Plenilunii lumina austriaca philippica. Michael Florentius Langrenus. 5 idus februarii 1645 „. Il est donné d'une manière plus complète par M. Wislicenus.

(6) BIBL. MATH. 2e série., t. III, p. 385. — BULL. DE LA SOC. BELG. D'ASTR. t. VII, p. 40.

D'après Wislicenus le titre est, au haut de la carte : " Plenilunii lumina austriaca philippica „. Au bas : " Haec nusquam vulgata, generi tamen humano maxime utilia, imo necessaria, Michael Florentius Langrenus Mathematicus et Cosmographus Regius orbi terrarum proponit. V. Idus Februarii MDCXLV. „

une photogravure des cartes de Paris et de Strasbourg. Mieux que les descriptions les plus minutieuses, cette photogravure eût permis au lecteur de se faire une opinion en connaissance de cause. Mais en continuant à m'attarder à des critiques, je craindrais de sembler presque prendre à cœur de démontrer que l'article de M. Wislicenus est superficiel, peu travaillé, sans intérêt. Ce serait une exagération injuste fort loin d'ailleurs de ma pensée. L'empressement mis par la Société belge d'Astronomie à traduire l'étude de M. Wislicenus en français et à la publier dans son BULLETIN, prouve suffisamment que cette étude est loin d'être dénuée de valeur. Il y a près de vingt ans que M. Génard, archiviste de la ville d'Anvers, exprimait le regret que la biographie de van Langren fût encore à faire (1). Malgré la notice publiée depuis par M. Wauters dans la *Biographie nationale* (2), le même desideratum existe encore aujourd'hui. C'est qu'une *Vie de van Langren* est bien difficile à écrire. L'œuvre de van Langren se trouve éparpillée dans de nombreux dépôts publics (3), non seulement en Belgique mais aussi en France et probablement en Espagne. Des travaux comme celui de M. Wislicenus, tout en n'étant pas définitifs, sont de nature à faciliter la tâche de celui qui entreprendra la biographie de notre compatriote.

Deux documents sur la profession de Géomètre-arpenteur dans les Pays-Bas au XVIIe siècle. — Les deux pièces que je publie ci-dessous se trouvent dans les Archives du *Conseil privé* (4), et me paraissent de nature à intéresser tout au moins ceux des lecteurs de la REVUE qui sont à l'occasion membres des jurys d'examen. Je ne voudrais pas exagérer l'importance de ces documents et je n'eusse même probablement jamais

(1) *Les Globes du géographe Arnould Florent van Langren.* Notice par M. P. Génard, Secrétaire de la Société. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE GÉOGRAPHIE D'ANVERS. t. VIII, 1883, p. 151-158.

(2) Voir la note 1, p. 336, ci-dessus.

Ce travail de M. Wauters est fort bon, mais le caractère même du Recueil dans lequel il le publiait ne permettait pas à l'auteur de dépasser les bornes d'une simple notice.

(3) Une bibliographie de van Langren a été publiée dans la *Bibliotheca Belgica*..... par le Bibliothécaire en chef et les Conservateurs de la Bibliothèque de l'Université de Gand. 1e série, t. XIII, Gand et La Haye. 1880-1890. L. 8, L. 17 et L. 46.

(4) Archives générales du Royaume de Belgique. Archives du Conseil Privé. Année 1645. N° 551. De Robiano, avis rendus. L'an 1645.

songé à les éditer si le compte rendu de l'article de M. Wislicenus que je viens de faire ne m'y eût en quelque sorte invité.

Voici d'abord une requête manuscrite et autographe de van Langren au *Conseil privé :*

" Au Roy

" Michel Florencio van Langren Math^{n}. de Sa M^{te}. Dit qu'il a veü la requette de Jaecques vander Schooten, et Jan Cooman inhabitans de la franchise de Sottegem au Pais d'Alost. Et aiant examine leur capacite pour estre admis a la charge de Arpenteurs ou mesureurs des terres comme ils ont requis par la d^{te}. requette : Treuue que ny l'ung ny l'autre est Capable pour exercer la d^{te}. charge, pour estre trop peü instruit en larithmetiq ; et Geometrie. Ensuite dequoy les approbations mentionne en leur requette, sont selon mon aduis fort mal donnees. Et comme ie ne les ay peu admettre pour noffenser Dieu, le Roy, et tromper la Commune, ils mont voulu obliger par un present, ce que ne pouuant faire les ay renvoije. Sur quoy ils ont repliqué quils trouueront facilement leur Compte au Conseil de Brabant, en Flandre, disant qu'il n'estoit besoin aux Geometres destre sy expers en la d^{te}. science, alegant quils ont mesure beaucoup des terres sous la Conduite des Geometres qui leur ont donne les approbations dont ils font mention. Et comme i'en ay rencontre des autres qui ne surpassent pas beaucoup en capacité ces deux jeunes hommes, il ma semble de mon deuoir de remomerer a S. M. le placart quil a faict publier en lan 1618. lequel selon que ientens est fort mal obserué dautant que ceulx qui desirent d'estre admis a la d^{te}. Charge chercent quelq ; arpenteur jure, lesquelles pour peü de chose et pour ne perdre l'intrest donnent leur aduis et Certification asse legerement, dont la Commune est tres mal seruie occasionnant grandes proces et desordres en la republique.

Me semblant sous correction quil seroit expedient de faire vne ordonnance que dorsenauant nul Arpenteur ou Geometre seroit admis auant qu'il auroit rigoureusement este examine par le Professeur Math^{e}. de sa M^{te}. resident en luniuersite de Louuain, a quel effect on pouuroit prescrire et imprimer les Problemes ou Propositions quils auront de scauoir auant quils pouuront estre admis a la d^{te}. Charge. Supliant plaise a S. M. de prendre en bonne part ce que dessus.

" Brux^{es}. 18 feb.
1645. M. F. van Langren. „

Au coin supérieur de gauche de la pièce se trouve la note manuscrite suivante :

" Aduis, du 8 de mars 1645. Nihil. „

Le *Conseil Privé* jugeait donc qu'il n'y avait pas lieu de donner suite à la requête de van Langren. C'est que, contrairement à l'avis du Mathématicien de Sa Majesté, il estimait sans doute que le " Placart „ de 1618 était convenablement observé et que sa force était encore suffisante pour prévenir les abus. Nous donnons ci-dessous cette pièce curieuse. L'exemplaire annexé par van Langren à sa requête au *Conseil Privé* est une grande feuille in-folio imprimée au recto seul. Les passages que nous reproduisons en italiques y ont été soulignés à la main probablement par van Langren lui-même.

" Les Archydvcqs.

„ A nostre Chier & bien aimé le Mayeur de Louvain, Amptman de Bruxelles, Schoutettes d'Anuers & de Boisleducq, & tous aultres noz Iuges, Insliciers & Officiers & de nos Vassaulx ou Seigneurs Subalternes de nostre Pays de Brabant & D'oultremeuze a qui il touchera ou a leurs lieutenâtes *(sic)* salut. Cõme nous sõmes informez qu'au faict de l'Arpenterie en nostre Pays de Brabât & D'oultremeuze journellemêt se cõmettêt plusieurs & diuers abuz & faultes par ce qu'il y a plusieurs se voulants mesler de l'Art & l'exercice de l'Arpêterie, sans toutefois qu'ils y soyent admis, ou trouuez idoines, d'autant qu'ilz ignorent la reduction des verges & pieds vsitez en diuers endroicts, *par faulte de n'estre versé en l'Arithmeticque & Geometrie, cause de grand dommaige, discord & noise entre noz subiects*, & plus en seroit si par nous n'y fust pourueu, si est ce que par preallable aduis des Magistrats de noz quatre Villes capitaulx de nostre susdict Pays de Brabant au pouruoyement de ce que dessus, nous auons trouué bon & conuenir, de statuer & ordonner, comme nous statuons & ordonnons par ceste, que d'oresenauant en nostre susdict Pays de Brabant & D'outremeuze, personne n'en pourra se mesler faire ou exercer l'office & art de l'Arpenterie ou mesurer les Terres que celuy qui par nostre Chier & feal Chancellier, & gens de nostre Conseil en Brabant, y sera admis & sermenté, *apres rigoureuse examination de sa Science & Capacité a faire par Maistres experts & anciens Mathematiciens* commis par nostre susdict Chancellier & gens de nostre Conseil, & les faire faire le serment, en presence de deux Escheuins a y commettre hors de noz Villes capitaulx au quartier qu'il voudra faire sa demeure & exercer son dict art sur peine de nullité des

mesuraiges qu'on trouuera estre faicts par aultres Arpenteurs non admis en la maniere comme dessus, & encores d'vne amende de vingt & cincq florins chasque fois a perdre par le contrauenteur, a conuertir en trois parts, l'vng tiers a nostre prouffit, l'aultre tiers pour l'Officiers qui la calange & execution fera, & le troisiesme au prouffit de l'annnuciateur, ou accusateur, & affin que de ceste nostre Ordonnance & statut nul ne pretend quelque ignorance nous ordonnons & commandons que la faictes crier & publier aux lieux qu'on est accoustumé de faire semblables Publications & criees, faisant entretenir & ensuyure tous les poincts y comprins, procedant & faisant proceder contre les Contrauenteurs & rebelles par l'execution & amende susdict sans faueur, dissimulation & delay de ce faire & de ce qu'y en depend vous donnons respectiuement entier pouvoir, authoritè & mādemēt especial mâdons & cômandôs a touts & chascun qu'a vous en ce faisât les entêdent diligement & obeissent car ainsi nous plaist-il, en tesmoing de ce nous auons faict mettre a ces presentes nostre Contreseau en forme de Placcart. Donné en nostre Ville de Bruxelles le deuxiesme jour du Mois de luing l'An de nostre Seigneur zeizecents *(sic)* & dix huict. Pc. Vt.

I. Cools.

" Place du Contreseau.

Translateè hors l'Originel en flaman (1).
Francq.

„ A Bruxelles, chez Iean Mommart derrier *(sic)* la maison de la Ville a l'Emprimerie. 1619. „

H. Bosmans, S. J.

(1) Ce texte original flamand a été publié dans les *Placcaeten ende ordonantie van de Hertoghen van Brabant Princen van dese Neder-Landen*, t' Hantwerpen, bij Hendrik Aertssens inde Cammerstraet inde witte Lelie, 1648. Met Gratie ende Privilegie. T. I. Lib. III. Tit. XV. Cap. I, p. 526.

SYLVICULTURE

—

Une forêt espagnole exploitée en France n'est assurément pas une chose banale. Voici comment ce fait étrange va se trouver réalisé.

Quand de la petite ville de Saint-Girons (Ariège) on se dirige vers le sud en gravissant pendant 32 kilomètres les pentes de la vallée du Salat, on arrive au " port „ (ce qui, dans les Pyrénées, signifie *col*) et au village de Salau, à 850 mètres d'altitude. Là, parmi les pauvres chaumières des indigènes, se dresse une vaste usine avec bureaux, magasins, dépendances, pour la fabrication de la pâte de bois, toute prête à utiliser la force libéralement offerte par les chutes d'eau, cette *houille blanche*.

Au delà du territoire de la commune est la frontière espagnole, derrière laquelle s'étend une forêt de plusieurs milliers d'hectares, la forêt de Bonabé, étagée sur le versant ibérique à des altitudes variant de 1400 à 2300 mètres et jusqu'alors réputée inexploitable.

Un immense et triple câble aérien de près de 10 kilomètres de longueur est soutenu par des pylônes en bois ou en fer implantés dans le roc : il s'élance dans l'espace au-dessus des vallées, des crêtes et des précipices, avec des portées approchant parfois du kilomètre et fera glisser jusqu'à l'usine les chariots chargés des bois abattus en territoire espagnol. Telle est l'entreprise qu'ont tentée de hardis industriels, MM. Matussière et Forest, en vue d'exploiter une forêt que le manque absolu de voies de communication et l'impossibilité d'en établir sur un sol aussi tourmenté, déchiqueté et crevassé, faisaient à bon droit considérer comme hors d'état d'être exploitée.

Les billes ainsi transportées pourront atteindre jusqu'à 12 mètres de longueur avec $0^{m},80$ d'équarrissage, et la charge supportée par chariot pourra s'élever à 12 quintaux, le tonnage étant de 14 tonnes à l'heure mais pouvant s'élever, en cas de besoin, à 28 tonnes : la force de support des pylônes et des câbles a été calculée en conséquence.

L'usine destinée à utiliser les bois de la forêt de Bonabé pour la fabrication de la pâte à papier est, paraît-il, une des plus vastes parmi ses similaires. Pour pouvoir en élever les bâtiments, il a fallu, par d'importants terrassements, faire un large plateau du col resserré choisi comme emplacement. Mais cela même a

transformé le pays : aux humbles masures des primitifs habitants du village se sont ajoutés des chalets, des maisons d'habitation, des scieries, des forges, un moulin et un four à pain. Une conduite d'eau, toute en bois, d'une longueur de 800 mètres, " pourra donner 80 chevaux pour actionner les scieries et les dynamos, par un transport de force ".

Le parcours de cette voie aérienne comprend quatre stations : celle de départ, celle d'arrivée, plus une station à la frontière, à l'altitude de 2100 mètres, et une autre à 4 kilomètres de là, pour le changement de direction.

Tout l'ensemble de cette installation nouvelle pourra rivaliser, assure-t-on, avec les plus belles exploitations forestières de Hongrie, de Russie et du Canada (1).

Tout cela est assurément d'un grand intérêt. Reste à savoir comment MM. Matussière et Forest, les créateurs de la dite installation, exploiteront la forêt de Bouabé, au point de vue de sa régénération ultérieure. Les industriels, en général, se préoccupent peu de ce dernier point de vue, à moins qu'ils ne soient eux-mêmes propriétaires des forêts qu'ils exploitent. Dans le cas contraire, c'est au propriétaire du fonds à stipuler des clauses appropriées dans son cahier des charges.

Influence des températures printanières sur les végétaux ligneux. — Un botaniste américain, M. Mechan, de Philadelphie, a présenté à l'Académie des sciences naturelles de cette ville des observations curieuses sur la sexualité des fleurs de certains arbres et l'influence qu'y exerce la température.

Voici, par exemple, l'érable argenté de Pensylvanie, *Acer dasycarpum*. Il n'est pas polygame comme le sont ordinairement nos érables d'Europe, et n'a pas de fleurs hermaphrodites, bien que les fleurs femelles portent des anthères, mais sans pollen. L'arbre est toujours franchement monoïque ou dioïque. Quelquefois un érable femelle change de sexe pour ne plus donner que des fleurs mâles ; mais jamais un arbre à fleurs mâles ne les remplacera par des fleurs femelles.

Comment cela se fait-il ? L'explication serait la suivante. Comme tous les arbres, durant la période d'exubérance de végétation de la jeunesse l'érable ne fleurit point. Les fleurs ne commencent à paraître qu'à la seconde phase de la végétation, lors-

(1) Association française pour l'avancement des sciences; Congrès de Montauban, section de géographie. Cosmos, n° 931, du 29 novembre 1902.

que celle-ci commence à être moins active. Quand cette activité subit une nouvelle diminution, il ne se forme plus que des fleurs femelles. Mais si l'arbre arrive du premier coup à ne donner que des fleurs mâles, c'est qu'il a franchi la seconde phase. D'ailleurs, les érables mâles ne sont pas plus vigoureux que leurs similaires à fleurs femelles du même âge, malgré la dépense plus grande d'énergie vitale de ces derniers pour la formation de la graine.

L'épanouissement des fleurs femelles exigerait, d'après M. Mechan, plus de chaleur que l'épanouissement des fleurs mâles, et le développement des bourgeons à feuilles en réclamerait plus encore ; et les rameaux florifères de l'érable femelle s'allongent davantage au printemps que ceux de l'érable mâle qui se réduisent à de courts éperons.

Sur ces éperons nouvellement formés, les fleurs s'épanouissent promptement, devançant celles qui naissent sur les pousses de l'année précédente, et lorsque celles-ci apparaissent en même temps que les fleurs femelles, les premières ont déjà laissé leur pollen se disséminer en pure perte.

C'est par un effet de ce genre que s'expliquerait la fréquente stérilité, dans l'est de la Pensylvanie, de notre coudrier d'Europe, *Corylus avellana*, qui y a été introduit et acclimaté. Avant l'établissement définitif du printemps, la température s'étant déjà adoucie, les chatons mâles ont fleuri et leur pollen est dispersé quand, un peu plus tard, s'épanouissent les fleurs femelles qui, ainsi, ne peuvent être fécondées.

Si les mêmes effets se produisent sur les arbres à fruits, il pourrait y avoir intérêt, en arboriculture, à maintenir, là où la chose est possible, la température assez basse, aux approches du printemps, pour reculer la floraison mâle jusqu'au temps de l'épanouissement des fleurs femelles (1).

Fertilisation du sol par le Robinier *(Robinia pseudo-acacia)*. — Le robinier, *vulgò* acacia, est connu comme une essence envahissante et point *sociale*, en ce sens qu'elle supporte difficilement le mélange avec d'autres essences, tendant à les exclure si la main de l'homme n'y met ordre. Ce qui est moins connu, c'est son influence améliorante sur le sol où cet arbre agirait comme fixateur d'azote.

M. le Conseiller forestier Matthès, d'Eisenach (Saxe-Weimar), a fait connaître, dans une conférence qu'analyse la Revue des

(1) V. Brandicourt, Cosmos, 29 septembre 1902.

Eaux et Forêts (1), les effets vraiment remarquables dus à la fertilisation du sol par cette essence et qui lui ont été révélés comme par hasard. Vérifiant une plantation de jeunes épicéas effectuée en 1894 avec des plants repiqués de trois ans, son attention fut particulièrement sollicitée par un groupe d'épicéas se distinguant des autres par une végétation plus vigoureuse, une verdure plus sombre, un accroissement en hauteur beaucoup plus sensible. Renseignements recueillis, on sut que, sur l'emplacement où les jeunes épicéas montraient cette végétation exubérante, il avait été brûlé un lot de branchages et rémanents de robinier dont se trouvait embarrassé le marchand ou entrepreneur qui avait exploité la coupe de taillis antérieure.

Toutefois ce fait, isolé, pourrait paraître insuffisamment probant, quelque autre circonstance non connue ayant pu favoriser la croissance de ce groupe de jeunes arbres Mais la même exubérance de végétation, plus accusée encore, fut observée sur d'autres points de la plantation qui étaient précisément ceux où le taillis précédemment exploité s'était trouvé peuplé en robinier, faux acacia ; on voyait même, parmi les épicéas, des drageons ou rejets sur racine de cette légumineuse. Si bien que, dans cette plantation âgée de six ans, les sujets accusaient une hauteur de $3^m,50$ avec un diamètre de 6 centimètres à la base, partout où se faisait sentir l'influence des robiniers de naguère. Sur les autres parties de la plantation, où le sol était cependant enrichi d'une bonne couche d'humus provenant de détritus de hêtre, les jeunes épicéas de même âge ne dépassaient pas une hauteur moyenne de $1^m,40$ avec un diamètre à la base de 3 centimètres seulement.

On sait que les racines du robinier sont très traçantes et surtout extraordinairement drageonnantes. On assure, d'autre part, que certaines légumineuses — la luzerne par exemple — aurait la propriété de décomposer par leurs racines les nitrates répandus dans le sol pour en dégager l'azote. En serait-il de même des racines du robinier, faux acacia ? Ce serait une intéressante recherche à faire dans les laboratoires d'agronomie forestière.

Chêne rouvre et chêne pédonculé. — C'est une question de savoir si ces deux chênes, *Quercus robur* ou *sessiliflora*, et *Q. pedunculata*, sont deux types spécifiques bien caractérisés ou seulement deux races fortement diversifiées, mais provenant originairement d'un type commun.

(1) Juin 1902.

En France et généralement sur le continent, forestiers et botanistes sont assez d'accord pour voir dans ces deux chênes, deux, bien tranchées, des nombreuses espèces du genre; tandis que les Anglais, s'il faut en croire THE GARDENER'S CHRONICLE (1), seraient plutôt portés à n'y voir que deux variétés héréditairement fixées.

La question a son importance, car les exigences de climat et de sol sont très différentes chez ces deux essences. Au chêne à fruits pédonculés il faut un sol profond, frais, argileux, gras, humide même, au point qu'il y aurait grave inconvénient à assainir un terrain sujet à être facilement inondé, si ce terrain était peuplé en chênes de cette variété. Au contraire, le chêne rouvre demande des terrains meubles, sablonneux, graveleux, calcaires même, fussent-ils peu profonds, pourvu qu'ils contiennent la proportion d'argile strictement nécessaire pour procurer à ses racines quelque peu de fraîcheur.

Il est de fait que l'aspect des deux arbres, observés dans les conditions particulières que préfère chacun d'eux, les différencie assez sensiblement.

La cime du chêne pédonculé est moins fournie et ne donne au sol dominé par elle qu'un convert incomplet. Ses feuilles, sessiles ou courtement pétiolées, sont groupées par bouquets à l'extrémité des rameaux ; les grosses branches sont dressées et forment avec la tige un angle plus ou moins aigu. Enfin les glands, ovoïdes-oblongs, pendent, au nombre de un à cinq, le long d'une queue (pédoncule) allongée, pouvant atteindre jusqu'à 10 ou 12 centimètres de longueur.

L'aspect du chêne rouvre présente une cime plus ramassée ; ses branches principales s'étalent plus horizontalement, en plus grand nombre et se ramifient plus abondamment ; ses feuilles, plus coriaces, d'un vert plus sombre que celles du pédonculé, sont plus nombreuses, plus uniformément réparties, portées sur un pétiole pouvant atteindre jusqu'au 1/4 de la longueur du limbe. Les glands, solitaires ou groupés en bouquet serré, sont adhérents aux rameaux directement ou par l'intermédiaire d'un pédoncule si court qu'il est à peine apparent.

Si l'on considère nos deux chênes, chacun dans sa station normale : le premier, par exemple dans une vallée d'alluvion, au sol frais, riche, parfois momentanément couvert d'eau ; le second sur le versant rocailleux d'un coteau à sous-sol argilo-

(1) Traduction de la REVUE DES EAUX ET FORÊTS.

calcaire, jamais humecté autrement que par les eaux météoriques ; on reconnaîtra aisément à chacun d'eux des caractères nettement accusés, et l'on sera naturellement porté à considérer ces deux types différents comme réellement spécifiques.

Mais si, entre le coteau rocailleux et la grasse plaine alluviale, il se trouve un terrain allant du premier à la seconde et les réunissant par une transition insensible, il pourra fort bien arriver que ces deux types de chênes si différents se fondent peu à peu l'un dans l'autre, de telle sorte qu'il sera à peu près impossible de déterminer où finit le pédonculé et où commence le rouvre. C'est ce que constate The Gardener's Chronicle, en signalant la chose à la Société botanique d'Édimbourg à laquelle avaient été présentés des échantillons de chênes dont les caractères botaniques passaient insensiblement du premier type au second.

C'est là d'ailleurs un phénomène fréquent entre espèces forestières voisines. Nous-même avons eu occasion de l'observer dans les Hautes-Alpes entre le pin sylvestre *(P. sylvestris)* et le pin à crochets *(P. montana* ou *uncinata)*, comme aussi entre le sycomore *(Acer pseudoplatanus)* et l'érable à feuilles d'obier *(A. opulifolium)*.

N'est-il pas admissible que des arbres d'une même espèce ayant crû et s'étant succédé suivant de nombreuses générations dans des conditions différentes de sol et de climat, y aient pris et fixé des caractères qui les différencient à la longue, au point de leur donner l'apparence de deux types spécifiques différents ?

Végétation comparée du « Quercus pedunculata » et de sa variété « tardiflora ». — Ce n'est pas d'aujourd'hui seulement que la Revue entretient ses lecteurs du *Chêne tardif* surnommé " Chêne de juin „. Dans son numéro d'octobre 1895, elle signalait cette essence remarquable dont M. Gilardoni, alors Inspecteur des forêts à Dôle (Jura), avait fait une étude spéciale dans la région qui s'étend de l'arrondissement de Gray (Haute-Saône) jusqu'à celui de Saint-Marcellin (Isère), en suivant le bassin du Rhône à travers la Bresse.

C'était alors presque une découverte. On n'avait fait aucune attention jusqu'en 1894 à cette variété de chêne existant à l'état sporadique dans ladite région. En 1900, M. Gilardoni, devenu Conservateur des Eaux et Forêts à Vesoul (Haute-Saône), donna le résultat de nouvelles études et observations par lui faites sur

le même sujet, dans une seconde brochure dont il fut rendu compte ici-même, livraison d'octobre 1900 (1).

La Société des Agriculteurs de France, section de Sylviculture (2), s'est occupée de cette variété intéressante dans la séance du 17 mai 1901 de sa commission permanente. C'est en Bourbonnais, cette fois, dans la forêt de Vierzon, non loin de Bourges, que M. Duchalais, Conservateur des Forêts en retraite, a observé le *Chêne de juin* comparativement au chêne pédonculé ordinaire, et a relevé les faits suivants qu'il a exposés à la Commission :

Au 29 mai 1884, les chênes pédonculés étaient en pleine foliation naissante, les chênes tardifs ne présentant encore aucun bourgeon.

Une semaine plus tard, au 5 juin, ces derniers commençaient à bourgeonner ; et le 13, c'est-à-dire après une nouvelle semaine, les bourgeons commençaient à s'épanouir en petites feuilles, alors que la foliation des pédonculés était complète. Sur les chênes de juin, elle ne l'était que le 30, date à laquelle commençaient à apparaître les glands, ceux-ci étant déjà tout formés sur les pédonculés.

Au 15 juillet, les glands de la variété tardive commençaient à grossir sans atteindre encore la dimension des glands de la variété normale qui étaient alors parvenus à presque toute leur grosseur.

Enfin, au 25 août, la glandée était mûre également sur l'une et l'autre variétés.

Ainsi le retard de l'entrée en végétation du chêne *tardiflora*, si précieuse dans les climats à gelées printanières tardives, ne s'étend pas à la maturation qui est simultanée pour les deux types, un développement plus rapide compensant le départ retardé de la sève.

Un collègue de M. Duchalais, M. d'Arbois de Jubainville, demanda si cette différence d'allures ne proviendrait pas d'expositions différentes de l'une et de l'autre variétés, la tardive ayant souffert des gelées d'hiver. A quoi il fut répondu que chênes

(1) Le chêne de juin, *Notice sur une variété bressane du chêne pédonculé*, par E. Gilardoni, Inspecteur des Forêts à Dôle. — 1895, Nancy, Berger-Levrault.

Le chêne de juin, *Notes complémentaires*, par E. Gilardoni, Conservateur des Eaux et Forêts à Vesoul. Avec 7 planches. — 1900, Nancy, Berger-Levrault.

(2) Cf. le Bulletin de la Société, n° du 1er août 1901.

hâtifs et chênes tardifs avaient été observés en mélange les uns avec les autres, dans un même canton de la forêt, à la même exposition, les gelées y étant rares d'ailleurs.

M. Duchalais compléta ses observations par cette constatation que le chêne de juin voit son aubier moins exposé aux attaques des insectes, et que, l'épaisseur de celui-ci étant moindre, la couche de bois d'automne est plus épaisse que sur le pédonculé commun. En outre, la chenille processionnaire, si préjudiciable aux feuilles de ce dernier, a presque entièrement disparu lorsque s'épanouissent les feuilles de l'autre.

Du reste, le chêne de juin n'est pas spécial à quelques départements de l'est. M. Duchalais l'a rencontré non seulement dans le centre de la France, mais aussi aux environs de Toulouse. Sa longévité pourrait atteindre 150 et même 200 ans. Son gland est beaucoup plus enfoncé dans la cupule que celui du pédonculé ordinaire.

Dans tous les terrains frais soit de plaines soit de coteaux où les gelées printanières sont à craindre, le chêne de juin est une essence précieuse à propager.

Si l'on adoptait la conclusion de l'étude précédente qui ferait du chêne pédonculé et du chêne rouvre deux races fixées d'un type spécifique unique à l'origine, le chêne de juin serait alors une *sous-variété* tardive de la race pédonculée.

Un conifère imputrescible. — Serait-il vrai que le bois de thuya de l'espèce *gigantea* jouirait du privilège de l'imputrescibilité ?

On sait que cet arbre, découvert en 1853 par M. de la Rivière dans les montagnes de la Californie, a été depuis lors introduit en Europe et fréquemment planté dans les parcs et les jardins paysagers. On ne sache pas toutefois qu'il en ait été tenté des plantations en massifs pour repeuplements forestiers. Si la précieuse qualité de bois imputrescible lui était confirmée, peut-être conviendrait-il d'en faire autre chose qu'un arbre purement décoratif.

Voici ce que dit, à ce sujet, le Bulletin de la Société forestière de Belgique (1).

Au nord-ouest du Washington, le plus nord-ouest des 48 ou 50 États et Territoires de la grande Union américaine, il existe

(1) Janvier, 1902.

une importante forêt de tsugas de Mertens implantée sur un sol recouvrant une forêt préhistorique renversée.

On sait que, dans la famille des abiétinées, le genre *tsuga* est intermédiaire entre le genre sapin ou *abies* et le genre *pesse* ou *picea*. Comme les arbres de celui-ci, il porte des strobiles ou cônes pendants et caducs à écailles persistantes ; comme celui-là il a des aiguilles aplaties et striées de blanc ou glauques à la face inférieure. La variété *mertensiana* ou *hemlock spruce* de Mertens, est une variété géante, à enracinement profond. Or par dessous les arbres de cette forêt, au sein d'une couche épaisse d'humus et de détritus en partie décomposés, gisent étendus un nombre considérable de thuyas *giganteae*. Depuis combien de temps sont-ils là ? On ne saurait le préciser ; mais, en tout cas, depuis un temps fort long. Sur un tsuga abattu et dont les racines chevauchaient sur l'un de ces troncs renversés, on a pu compter environ 150 couches concentriques, dont 120 très distinctes, et 30, vers le centre, plus minces et un peu confuses. La forêt debout, ou plus exactement son peuplement, est donc âgée de 150 ans. Mais rien ne prouve qu'elle ne soit pas antérieure à son peuplement actuel, et que celui-ci ne soit pas la dernière d'une longue suite de générations. Tout semble plutôt indiquer qu'il en serait ainsi.

Un naturaliste américain, M. Romeyn Hoagh, a fait extraire quelques-uns de ces troncs de thuyas (les Américains appellent cela des *cèdres)* pour se rendre compte de la résistance qu'ils avaient pu opposer à la décomposition : il les trouva parfaitement intacts, à l'exception d'une très faible région vers le centre.

Il faut noter que le littoral maritime du nord-ouest de l'État de Washington est soumis à un climat essentiellement humide où abondent les brumes et les pluies d'averse.

Cette résistance à la décomposition doit-elle être attribuée exclusivement à la nature du bois, ou bien y aurait-il une part à attribuer à des conditions spéciales, d'ailleurs inconnues, où auraient crû, dans une antiquité impossible à préciser, les arbres ainsi enfouis ?

Quoi qu'il en soit, le fait ne manque pas d'importance, et il serait intéressant de faire à ce sujet des expériences propres à le vérifier.

C. DE KIRWAN.

HERVÉ FAYE

Les savants de nos jours limitent volontiers leurs études à un champ étroit qu'ils travaillent en profondeur, et, satisfaits d'un petit nombre de disciples, ne s'adressent le plus souvent, dans leurs écrits, qu'à un public restreint et dans une langue comprise des seuls initiés.

Hervé Faye n'appartient pas à cette génération. Dernier représentant de la pléiade de savants groupés autour de François Arago, il s'est attaché à prolonger la manière et le prestige du maître dont il possédait à un haut degré les plus brillantes qualités.

Doué d'une intelligence largement ouverte à toute lumière et curieuse de toute vérité; travailleur opiniâtre, riche d'idées originales et de portée lointaine ; écrivain fécond, habile à la synthèse et prompt à s'y exercer, capable de disserter avec éloquence sur les sujets les plus divers et de défendre ses vues avec chaleur, Faye a promené son activité sur une foule de chemins de la recherche scientifique et s'est complu aux aspects les plus grandioses de la philosophie naturelle : la constitution des astres, la structure de la croûte terrestre, les rapports de la géodésie et de la géologie, la physique solaire, le mécanisme des tempêtes, la formation de l'univers, etc. Sur tous ces grands problèmes, qui dépasseront sans doute longtemps encore les ressources de la théorie, il a puisé dans l'abondante richesse d'une imagination hardie, de larges vues et d'ingénieuses ouvertures qu'il a su mettre à la portée du grand public. La faveur avec laquelle

elles furent accueillies a fait de leur auteur, à la suite de son illustre maître, un des représentants populaires de la science française.

Nous nous proposons de retracer à grands traits cette carrière si bien remplie et de jeter un coup d'œil d'ensemble sur l'œuvre scientifique qu'elle nous a value.

I

Né à Saint-Benoît-du-Sault (Indre), le 1er octobre 1814, Faye entra à l'École polytechnique en 1832. « C'était une époque de convictions ardentes et généreuses, dit M. H. Poincaré. L'École était encore toute fière du rôle qu'elle avait joué pendant « les trois glorieuses » ; les lauriers de leurs anciens empêchaient les conscrits de dormir. Si l'on en croit la légende, Faye fut renvoyé de l'École pour avoir combattu au cloître Saint-Merry (1). »

Ce qui est certain, c'est qu'il n'en sortit pas pour entrer dans un service public. Son père, ingénieur des Ponts et Chaussées, l'attacha à une société qui l'employa à des nivellements et à des travaux d'assainissement et de fertilisation des landes. Il fut envoyé plus tard en Hollande avec la même mission : là, comme en Gascogne, il s'agissait de reboiser des dunes.

C'est au cours de ce voyage que Faye rencontra la digne compagne qui fut, pendant plus d'un demi-siècle, la joie et la providence de son foyer. Fière de la gloire de son mari, soucieuse de tout ce qui pouvait en accroître l'éclat et y ajouter le bonheur, Mme Faye sut lui créer une existence dégagée de tout souci matériel et affranchie de tout autre soin que celui d'étudier et de jouir de cette félicité intime où s'alimentèrent la perpétuelle jeunesse de

(1) *La Vie et les Travaux de M. Faye*, dans le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOM. DE FRANCE, novembre 1902, pp. 496-502.

l'illustre savant et son incessante activité. La mort même ne devait pas séparer ces deux époux que la tendresse et le dévouement mutuels avaient si intimement unis. Mme Faye a suivi de très près son mari dans la tombe.

Revenu à Paris, Faye trouva dans Arago, alors directeur de l'Observatoire et secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, le maître qui devina sa voie et le protecteur qui sut la lui ouvrir. Admis comme élève à l'Observatoire, il y fut nommé astronome en 1842. Nous le retrouvons plus tard, et pendant de longues années, membre et président du Conseil de cet établissement. Après avoir « illustré l'Observatoire par ses découvertes et ses études personnelles, dit M. Loewy, Faye a veillé avec une sollicitude éclairée autant qu'infatigable sur l'amélioration et le développement de nos services. A l'autorité de son expérience et de ses talents il a su joindre l'influence personnelle si nécessaire pour encourager les jeunes astronomes dans une carrière laborieuse et leur faire accepter avec abnégation les sacrifices quotidiens qu'elle exige. Plusieurs d'entre eux doivent certainement à son bienveillant accueil d'avoir connu leur vocation et d'y avoir persévéré (1) ».

Sa bonne fortune lui ménagea, au début de la carrière, une brillante découverte. Le 22 novembre 1843, il rencontra dans le ciel une comète nouvelle dont la périodicité fut bientôt définitivement établie.

La *comète de Faye* est le quatrième des astres de cette classe que l'on ait connus. Elle décrit, d'un mouvement direct et en sept ans et demi, son ellipse autour du Soleil. A ceux qui s'étonnaient de la découverte si tardive d'un astre si prompt à nous revenir, Faye faisait remarquer que cette comète, comme celle de Lexell avec laquelle on songea un instant à l'identifier, avait passé très près

(1) *Discours prononcés aux funérailles de M. Faye*, discours de M. Loewy, ANNUAIRE du Bureau des longitudes pour 1903, D. p. 23.

de Jupiter : c'était à cette circonstance que nous devions l'adoption de cet astre errant, dont la trajectoire antérieure avait été transformée par l'action de la grosse planète.

Cette découverte valut à son auteur, en 1844, la médaille de Lalande et elle fut, trois ans plus tard, le premier des titres invoqués pour sa candidature à l'Académie des sciences.

Faye y entra le 25 janvier 1847, succédant à Damoiseau dans la section d'Astronomie, et patronné par deux hommes illustres, Arago et Humboldt. « Je dois à M. Arago, écrit Faye dans la dédicace de son livre *Sur l'origine du Monde*, mon entrée, en 1842, dans la carrière astronomique et la direction où j'ai marché de loin sur ses traces. Je lui dois plus encore ma nomination à l'Institut, en 1847, par la manière favorable dont il a bien voulu exposer mes travaux à l'Académie des sciences. » Humboldt mit un égal empressement à recommander aux suffrages de ses collègues, le jeune et docte ami qui venait de traduire en français d'une plume élégante le premier volume de son célèbre ouvrage *Kosmos* (1).

L'estime en laquelle le tenaient de si hautes personnalités de l'Académie explique l'éclatant succès d'une élection que justifiaient d'ailleurs les travaux déjà importants du candidat : Faye, qui avait Delaunay pour concurrent, obtint quarante-quatre suffrages sur quarante-sept votants.

Le nouveau membre répondit pleinement à la confiance de l'Académie : nul ne fut plus assidu à ses séances et bien peu prirent une plus large part à ses travaux. C'est par centaines que l'on compte les communications dont

(1) *Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*. Stuttgart und Tübingen ; 7 vol. in-8°, 1845-1862. *Cosmos, Essai d'une description physique du Monde*, Paris, 5 vol. in-8°. Le premier volume a été traduit par Faye, en 1846, les autres par C. Galuski. La dernière édition de la traduction française est de 1866 et a paru en 4 volumes.

il enrichit les Comptes rendus. Ses collègues voulant rendre hommage à sa science, à ses talents et à son zèle le choisirent pour président en 1872 et, à la mort d'Élie de Beaumont, inscrivirent son nom sur la liste des candidats à la place de secrétaire perpétuel : il recueillit treize suffrages, trente-trois se portèrent sur J. Bertrand qui fut élu.

Aux travaux de l'Observatoire et à ses devoirs d'Académicien, Faye joignit, en 1852, l'enseignement de la géodésie à l'École polytechnique. Il occupa cette chaire jusqu'en 1854.

La mort d'Arago et l'avènement de Le Verrier à la direction de l'Observatoire de Paris, en 1853, ne furent pas sans influence sur ses destinées. Des discussions très vives, dont les Comptes rendus se sont faits plus tard l'écho, permettent de penser que l'harmonie ne fut pas sans désaccord entre l'astronome et le nouveau directeur. C'est ce qui valut sans doute à l'Académie de Nancy de posséder Faye comme recteur de 1854 à 1857.

Nous le retrouvons cette année-là à Paris, où il vient d'être nommé inspecteur général de l'enseignement secondaire. Il exerça cette fonction jusqu'au jour où, en 1877, le maréchal Mac-Mahon lui confia le portefeuille de l'Instruction publique. On ne sait de lui, pendant les quelques jours qu'il fut ministre, que l'apposition de sa signature sur un arrêté accordant une modique pension à un de ses collègues de l'Académie, pauvre et paralysé (1).

En quittant le ministère, Faye devint et resta jusqu'en 1887 inspecteur général de l'enseignement supérieur. En même temps, il reprenait le cours d'astronomie qu'il professait à l'École polytechnique depuis 1873 et qu'il n'abandonna définitivement qu'en 1893.

Il avait succédé à Biot, en 1862, au Bureau des longitudes, dont il dirigea les délibérations, comme président, pendant plus de vingt ans.

(1) *Discours cités*, D. p. 15, discours de M. Bouquet de la Grye.

Enfin et sans vouloir épuiser la liste des fonctions souvent très délicates qu'il eut à remplir au cours de sa laborieuse carrière, il faut rappeler la place considérable qu'il occupa au sein de l'Association géodésique internationale, dont il fut président pendant les dernières années de sa vie.

De tant de situations qu'il a occupées avec éclat, celle de professeur à l'École polytechnique lui fut surtout chère. Il lui fut donné de prendre part au centenaire de cet établissement ; les témoignages d'estime et de reconnaissance qui lui furent prodigués en cette circonstance et, mieux encore, les sympathies dont il s'y vit entouré, firent de ces fêtes jubilaires une des grandes joies de sa vie.

Il en goûta une autre, également douce et bien rarement départie, le 25 janvier 1897, lorsque l'Institut de France célébra son cinquantenaire académique. Faye reçut ce jour-là tous les honneurs et acheva d'épuiser toutes les récompenses.

Au soir de ces belles fêtes, on eût pu croire que la carrière de l'illustre vieillard s'achevait dans cette apothéose ; mais son zèle n'avait pas son âge : dans l'éclat de tant de gloire, Faye ne vit que de nouvelles obligations envers la science et l'Académie. Fidèle à ce qu'il considérait comme un devoir, il continua à prendre part régulièrement aux réunions de la Compagnie. Chaque lundi, Mme Faye l'amenait ou venait elle-même le prendre à l'issue des séances ; et il en fut ainsi jusqu'au jour où le poids des années devint trop lourd pour leurs efforts réunis.

Depuis plusieurs mois déjà, ses amis constataient avec anxiété le déclin de ses forces physiques, lorsqu'ils apprirent, le 4 juillet 1902, que cette longue et féconde existence venait de se clore.

« Faye, lisons-nous dans un article nécrologique du Cosmos, était un catholique fervent, croyant et pratiquant. » Il est certain qu'il ne cachait ni ses convictions

spiritualistes ni ses sentiments religieux. Entre plusieurs témoignages qu'on en pourrait produire, nous citerons une belle page de son livre *Sur l'origine du Monde*.

« Ce qui nous frappe lorsque nous levons les yeux au ciel, ce qui nous arrache un moment au cercle de nos préoccupations matérielles, ce qui éveille en nous la pensée avec l'admiration, c'est la douce clarté du jour, c'est ce Soleil radieux qui mesure sa lumière et sa chaleur en animant la nature entière, ce sont ces étoiles qui ponctuent si gracieusement de leurs feux la voûte du ciel et font succéder à l'excitation du jour, le calme et la sérénité de la nuit. Nous admirons les mouvements réguliers des astres, leurs retours qui ne manquent jamais : c'est là pour nous la première des conditions d'existence, car notre vie matérielle ne tient qu'à un fil dont le bout est là-haut. Et, pour sentir ce lien qui nous rattache au monde et nous fait remonter jusqu'à Dieu, il n'est pas besoin de science. Peu importent les rouages et les mystérieux ressorts de ce vaste univers. L'impression immédiate et la réaction intellectuelle qui s'ensuit sont les mêmes chez le savant et chez l'ignorant, aujourd'hui comme il y a dix mille ans. Cette impression suffit, toute vague qu'elle paraisse quand j'essaye de l'analyser. Nous sentons, pour ainsi dire, notre pensée s'élever jusqu'à la notion d'un monde supérieur aux petites choses qui nous entourent. Nous contemplons, nous connaissons, au moins dans sa forme immédiatement saisissable, ce monde qui, lui, ne connaît rien. Ainsi il y a autre chose que les objets terrestres, autre chose que notre propre corps, autre chose que ces astres splendides : il y a l'intelligence et la pensée. Et comme notre intelligence ne s'est pas faite elle-même, il doit exister dans le monde une intelligence supérieure d'où la nôtre dérive. Dès lors, plus l'idée qu'on se fera de cette intelligence suprême sera grande, plus elle approchera de la vérité. Nous ne risquons pas de nous tromper en la considérant comme l'auteur de

toutes choses, en rapportant à elle ces splendeurs des cieux qui ont éveillé notre pensée, en croyant que nous ne lui sommes ni étrangers, ni indifférents, et finalement nous voilà tout préparés à comprendre et à accepter la formule traditionnelle : Dieu, Père Tout-Puissant, Créateur du Ciel et de la Terre.

» Quant à nier Dieu, c'est comme si de ces hauteurs on se laissait choir lourdement sur le sol. Ces astres, ces merveilles de la nature seraient l'effet du hasard ! Notre intelligence, de la matière qui se serait mise d'elle-même à penser ! L'homme deviendrait un animal comme les autres ; comme eux, il jouirait tant bien que mal de cette vie sans but, et finirait comme eux après avoir rempli ses fonctions de nutrition et de reproduction !

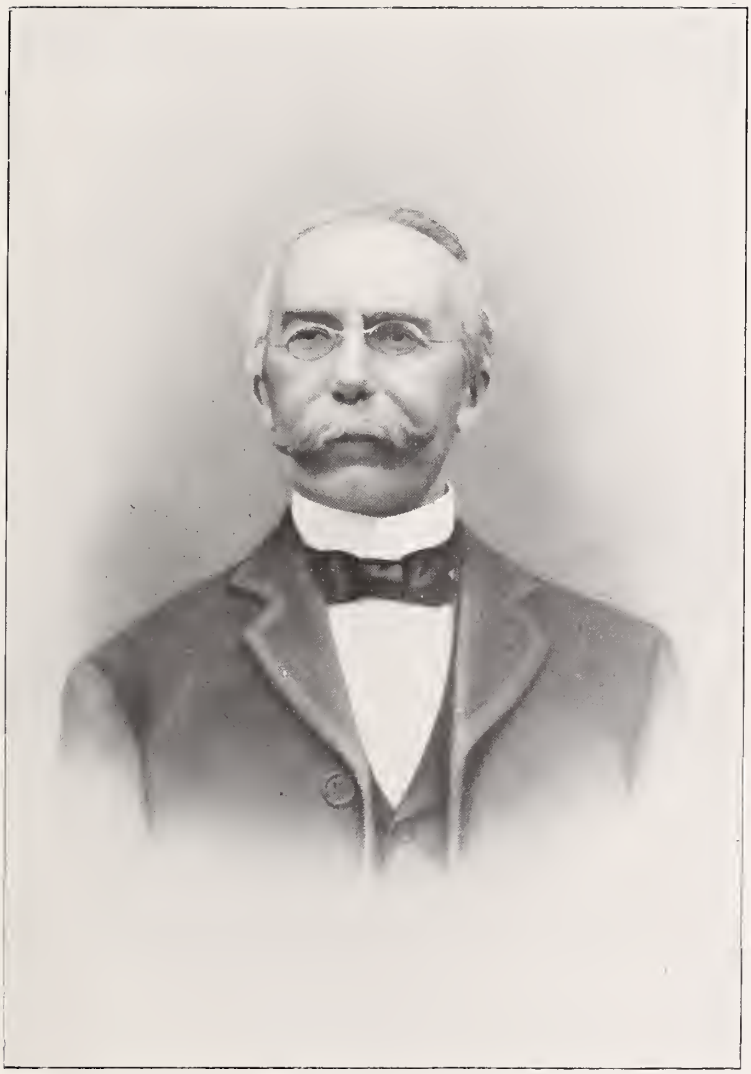
» Il est faux que la science ait jamais abouti d'elle-même à cette négation. »

Et se rappelant les pages admirables qui terminent le livre des *Principes* de Newton, et qui s'achèvent ainsi : « Et haec de Deo ; de quo utique ex Phaenomenis disserere, ad *Philosophiam Experimentalem* pertinet », « voilà, dit Faye, ce que j'avais à dire de Dieu dont il appartient à la science d'examiner les œuvres ».

Ces sentiments élevés réjouiront tous ceux pour qui la science devient doublement respectable quand elle atteint pleinement son but en acheminant l'intelligence qu'elle éclaire vers Dieu, source de toute vérité.

II

L'œuvre scientifique de Faye, nous l'avons dit, est vaste et variée. Tout évidemment n'y a pas le même intérêt, ni une égale importance. Une analyse détaillée non seulement déborderait le cadre d'une simple notice, mais, en plus d'un point, serait superflue. Nous ne nous



arrêterons que sur les sommets. Encore peut-on de là envisager l'ensemble sous plusieurs aspects.

A y rechercher uniquement les découvertes dont le savant et laborieux chercheur aurait définitivement enrichi la science, on s'exposerait à méconnaître ses services et à amoindrir son mérite. Faye est un semeur d'idées ; il a jeté à pleines mains toutes celles qu'il croyait fécondes, mais toutes n'ont pas germé. Trop prompt peut-être, mais certainement très habile aux constructions ingénieuses, il s'est parfois laissé fasciner par la simplicité et l'harmonie qui régnaient dans ses idées et qu'il croyait voir dans la nature. Mais s'il n'a pas toujours rencontré la vérité, il a souvent montré le chemin qui devait y conduire en y faisant lui-même les premiers pas, et ses vues les plus hardies et les moins acceptées ont elles-mêmes aidé au progrès par les discussions qu'elles ont soulevées.

Astronomie de précision

Au début de sa carrière astronomique, Faye s'est attaché au perfectionnement des méthodes et des instruments de l'astronomie de précision. Dans cet ordre de recherches, il n'a négligé l'étude d'aucune des causes d'erreurs instrumentales et circonstancielles qui peuvent affecter l'exactitude des déterminations méridiennes.

C'est à la réfraction atmosphérique et à ses anomalies qu'il s'attache d'abord : il cherche à les mettre hors de cause, ou au moins à en rendre les observations moins dépendantes. Il compare l'emploi des niveaux à celui du bain de mercure, bien protégé contre toutes les agitations, et donne à celui-ci ses préférences. Il voudrait, autant que possible, ramener tout à la mesure du temps et soustraire ainsi l'observateur aux difficultés qu'entraîne l'usage des cercles, des verniers, des micromètres, des réticules filaires. Il prévoit l'application, dont il fait lui-même les

premiers essais, de l'enregistrement photographique qui supprimera l'épuisante contention d'esprit nécessaire pour compter les secondes et en évaluer les subdivisions.

Les conclusions les plus importantes et les plus pratiques de ces études, très arides mais fondamentales, ont pris corps dans deux instruments qu'il imagina, le collimateur et la lunette zénithale, et dont la combinaison ou l'emploi isolé permettent de rattacher la position des objets célestes à la direction de la verticale. « Tous les appareils antérieurement construits dans le même but, dit M. Loewy, exigeaient une double opération avec retournement de l'axe dans l'intervalle. En affranchissant les astronomes de cette sujétion, Faye a fait disparaître en même temps une source d'incertitude des plus redoutables et créé un instrument d'une valeur classique ; son usage presque journalier dans les observatoires y rend les plus grands services. »

Parallaxes stellaires

Au moment où Faye étudiait avec tant de soin la technique des observations de haute précision, le problème des *parallaxes stellaires* préoccupait les observateurs : il l'attira par ses difficultés ; peut-être aussi y vit-il l'occasion de mettre à l'épreuve les idées qu'il s'était faites sur les conditions de bonnes déterminations méridiennes et l'habileté qu'il y avait acquise.

On appelle *parallaxe* d'une étoile l'angle sous lequel on verrait, de l'étoile, le rayon de l'orbite terrestre. Cette définition serait toute spéculative s'il fallait nous transporter là-haut pour mesurer cet angle ; mais nous nous trouvons heureusement au sommet d'un angle égal à celui que nous venons de définir. En effet, si la parallaxe que nous voulons estimer n'est pas insensible, en d'autres termes si la distance qui nous sépare de l'étoile étudiée n'est pas infiniment grande par rapport à celle qui nous sépare du

Soleil, nous attribuerons à l'étoile notre propre mouvement annuel, en sens inverse, en sorte que ses positions apparentes sur la sphère changeront au cours d'une année et seront celles-là mêmes que nous observerions si, la Terre étant au repos, l'étoile décrivait, dans la région de l'espace où elle se trouve, une orbite identique à la nôtre. Pour une étoile voisine du pôle de l'écliptique, nous verrons de face cette *orbite parallactique* qui nous semblera très voisine du cercle ; ce cercle se réduira à son diamètre pour une étoile située dans le plan de l'écliptique ; ce sera une ellipse pour une étoile de latitude intermédiaire. Dans tous les cas, l'angle sous lequel nous voyons d'ici le demi-grand axe de cette orbite apparente, est évidemment égal à celui sous lequel, de l'étoile, nous verrions le rayon de l'orbite terrestre : en le mesurant, nous connaîtrons donc la *parallaxe de l'étoile.*

Tout cela est une conséquence de l'hypothèse copernicienne. Ses partisans l'ont bien compris et dès longtemps ils ont cherché à lire, dans les changements annuels de position des étoiles, la confirmation du mouvement de la Terre autour du Soleil. Rien de plus facile en théorie que de mesurer ses déplacements ; les difficultés sont toutes d'exécution, mais elles sont considérables.

La première idée qui se présenta fut de prendre les hauteurs d'une même étoile à six mois de date. Tycho Brahe l'essaya sans y découvrir la moindre trace de variation systématique. Il en fut ainsi jusqu'au jour où Bradley (1728) montra que l'effet du déplacement annuel de la Terre sur les lieux apparents des étoiles est complexe et que la part qui en revient au simple changement de point de vue de l'observateur terrestre n'est pas la plus importante.

La vitesse de translation de la Terre combinée avec la vitesse de propagation de la lumière, agit, en effet, à chaque instant, pour dévier de sa direction le rayon visuel suivant lequel on aperçoit l'astre observé : il en résulte

une variation de son lieu apparent appelée *aberration*, annuelle aussi mais d'allure différente et beaucoup plus considérable que l'effet parallactique. Pour découvrir et surtout pour mesurer celui-ci, il est donc indispensable de dégager les observations de ce qu'y mêle l'aberration. C'est pour cela que la découverte de Bradley devait précéder les recherches vraiment scientifiques des parallaxes stellaires ; elle en fut de fait le point de départ.

On les aborda successivement par deux voies différentes : par des méthodes *absolues* et par des procédés *différentiels*.

Les méthodes absolues utilisent les observations méridiennes. On observe, dans le cours de l'année, l'ascension droite ou la distance zénithale de l'étoile dont on recherche la parallaxe, et on corrige ces observations des écarts qu'y introduisent la réfraction, la précession, la nutation, l'aberration, le mouvement propre de l'astre, les erreurs instrumentales et personnelles. Si les données ainsi dégagées ne manifestent aucune variation systématique au cours des saisons, l'étoile observée est censée ne pas avoir de parallaxe sensible. S'il en est autrement, on attribue cette variation systématique à l'effet parallactique, et on en déduit une valeur de la parallaxe telle qu'elle en rende compte le plus exactement possible.

Les premiers essais n'eurent rien d'encourageant. Des observateurs différents, appliquant ces méthodes absolues à une même étoile, aboutissaient à des résultats contradictoires. On se garda toutefois d'en conclure que les parallaxes stellaires étaient de fait insensibles ; on y vit seulement la preuve que leur extrême petitesse les rendait inférieures aux erreurs accidentelles dont restaient entachées les déterminations méridiennes. Pour aboutir il fallait donc ou changer de méthode ou atténuer ces erreurs. On prit le premier parti, en faisant appel aux méthodes *différentielles*.

Leur principe, indiqué par Galilée, appliqué plus tard,

mais sans l'intelligence nette des conditions nécessaires au succès, fut pour la première fois soigneusement étudié et mis en œuvre par W. Herschel. Il consiste à choisir deux étoiles voisines sur la sphère, dont l'une, à mouvement propre nul et parfois à éclat plus faible, est vraisemblablement trop éloignée de nous pour posséder une parallaxe sensible, et dont l'autre, à mouvement propre nettement accusé et par surcroît plus brillante souvent, promet une parallaxe appréciable. On mesure, en dehors du méridien, à l'aide du micromètre si les deux étoiles sont très rapprochées ou en recourant à l'héliomètre si elles sont plus écartées, les changements de leurs positions relatives : en supposant la première sans parallaxe, on attribue toutes les variations observées, convenablement corrigées, à l'étoile principale, et on en déduit, le cas échéant, sa parallaxe.

Cette méthode a de grands avantages pratiques : elle supprime ou atténue la plupart des causes d'erreurs qui encombrent les méthodes absolues ; mais, comme tout procédé différentiel, elle fournit non la valeur absolue de la parallaxe cherchée, mais la différence entre cette parallaxe et celle de l'étoile de comparaison qui, en dépit des apparences, peut ne pas être nulle comme on l'a supposé : le résultat obtenu n'est donc jamais trop grand, mais il peut être sensiblement trop petit.

L'emploi de la méthode différentielle fournit bientôt la preuve certaine de la possibilité de mesurer les parallaxes stellaires, et les premiers succès d'une entreprise jugée si longtemps téméraire.

Le plus célèbre est celui de Bessel : il avait choisi le groupe stellaire formé par la 61e du Cygne, pour le soumettre aux mesures héliométriques ; il lui trouva pour parallaxe annuelle 0",3136, ce qui placerait cette étoile à une distance de la Terre égale à 657 700 fois le rayon de l'orbite terrestre, ou à 10,28 années de lumière.

Cette victoire ne resta pas isolée, et les valeurs numé-

riques ainsi obtenues montrèrent que la détermination des parallaxes n'exigeait pas une précision supérieure à celle que pouvaient donner les déterminations méridiennes, grâce aux progrès réalisés dans la construction et l'installation des instruments et dans les méthodes d'observation. D'autre part, W. Struve venait d'obtenir (1843) une valeur de la constante de l'aberration qui semblait devoir être définitive et qu'on a de fait bien peu modifiée depuis.

Presqu'en même temps, C. A. F. Peters à Poulkowa, et Faye à Paris reprenaient les méthodes absolues et abordaient le problème par les observations méridiennes, en leur demandant, le premier, des distances zénithales, le second, des ascensions droites.

Le choix des données n'est pas indifférent : pour les distances zénithales, les résultats sont soumis aux incertitudes de la réfraction et du changement de forme et de position du cercle divisé; pour les ascensions droites, il faut craindre les irrégularités de la marche de la pendule, triompher de la difficulté de fractionner la seconde, et lutter contre les variations de la position de l'instrument des passages par rapport au plan du méridien. Faye croyait ces dernières causes d'erreur moins redoutables, et c'est cela qui avait déterminé son choix. Les astronomes, en général, ne partagèrent pas son avis. Mais si les recherches de Peters ont fait oublier les siennes, et si on abandonna pour un temps sa méthode, il est juste de remarquer qu'on est revenu plus tard, dans de belles et utiles séries d'observations, à l'emploi des ascensions droites qu'il préconisait, surtout lorsque l'application des procédés chronographiques au travail méridien permit de fractionner la seconde de temps avec autant de précision qu'un arc de 15″ au micromètre. Telle est, entre autres, la méthode récente du Professeur Kapteyn dans laquelle on enregistre au chronographe les passages au méridien de l'étoile étudiée et des étoiles de comparaison.

Photographie astronomique

En présentant à l'Académie la découverte de Niepce et de Daguerre, Arago prophétisait que la photographie rendrait un jour d'éminents services à la science du Ciel. Faye partageait la conviction de son illustre maître, et nul ne mit plus d'insistance que lui à la répandre ni plus de zèle à hâter la réalisation de ce progrès.

La Lune est le premier objet céleste dont les photographes ont cherché à fixer l'image. Daguerre l'avait tenté, dès 1839, à la demande d'Arago : malgré la pose prolongée, il ne put imprimer qu'une silhouette très faible où n'apparaissait aucun détail. J. W. Draper réussit moins mal l'année suivante ; mais ce fut dix ans plus tard seulement que W. C. Bond et J. A. Wipple obtinrent la belle série de daguerréotypes lunaires qui figurèrent, en 1851, à l'exposition universelle de Londres et firent l'admiration de tous les astronomes. Quelques années après, quand Warren de la Rue, Draper, Rutherfurd publièrent à leur tour leurs photographies de notre satellite, on crut qu'ils avaient atteint la perfection. Ce fut pour Faye l'occasion d'insister de nouveau sur les services que d'aussi fidèles documents pouvaient rendre à l'étude de la géologie de la Lune, et d'encourager les chercheurs à réaliser de nouveaux progrès.

Il fallut pour y prétendre avec chance de succès, que l'emploi des instruments de très grande ouverture, rendu possible par les perfectionnements de la fabrication et de la taille des verres d'optique et la construction des miroirs, joint à une connaissance plus précise du mode d'action de la lumière sur les sels d'argent, permît d'obtenir directement, au foyer des appareils, des négatifs de grands diamètres et d'une finesse de détails telle qu'ils pussent supporter de forts agrandissements. On connaît les merveilles réalisées en ce genre, à l'Observatoire de

Paris, par MM. Loewy et Puiseux (1). Il est permis de penser que les encouragements de Faye ne furent pas étrangers à cette entreprise ; personne en tout cas n'applaudit de plus grand cœur à son brillant succès.

Faye aimait à prédire et à prévoir ; il se plaisait aux projets grandioses, même de réalisation lointaine.

Les premiers succès des daguerréotypes lunaires étaient à peine remportés, qu'il signalait les services que la photographie pourrait rendre dans un genre de recherches tout différent : la mesure des éléments astronomiques. C'est en 1849, à la suite de discussions sur la valeur du diamètre apparent du Soleil et sur la grandeur de l'équation personnelle particulière à l'observation du passage des bords de cet astre, qu'il formula pour la première fois cette idée ; il y revint avec insistance. « Si on forme l'image du Soleil, sur une plaque daguerrienne, à l'aide d'un objectif achromatique de 10 m. de distance focale, dit-il le 19 février 1849 à l'Académie, on obtiendra une image de 9 cm. environ de diamètre, et le rayon de cette image, divisé par la distance focale de l'objectif, donnera la tangente de l'angle sous-tendu par le rayon du disque solaire. On mesurerait le diamètre de l'image par des procédés micrométriques faciles à imaginer ; quant à la distance focale de l'objectif, il faudrait recourir à l'excellente méthode de Bessel appliquée à l'héliomètre de Fraunhofer. »

Une erreur de quelques millimètres sur la distance focale de l'objectif n'aurait aucune importance et, par suite, le diamètre du Soleil serait déterminé par le procédé photographique avec une exactitude correspondant à la mesure du diamètre linéaire de l'image. « Je ne sache

(1) Voir REVUE DES QUEST. SCIENT., deuxième série, t. XV, janvier 1899. *L'Atlas lunaire* de MM. Loewy et Puiseux, par R. J., p. 125.

pas, dit M. Rayet, qu'aucune expérience suivie ait jamais été faite pour l'application de ce procédé intéressant (1). »

Les mêmes procédés photographiques pourraient, ainsi que le remarque Faye, être employés à la mesure de la position des taches solaires ; c'est ce qui fut fait plus tard à l'Observatoire de Kew.

Mais la détermination de l'ascension droite méridienne du Soleil, lui paraît surtout devoir être grandement aidée par la photographie.

« Si l'on tend, dit-il dans la même note, au foyer de l'objectif dont je parlais tout à l'heure plusieurs fils verticaux et si l'on observe directement le passage des deux bords du Soleil aux fils extrêmes, puis au daguerréotype le passage de ces deux bords au fil du milieu, la différence des temps conclus pour le passage du centre au méridien donnera évidemment l'équation personnelle de l'observateur. » Puis il décrit la disposition instrumentale et le manuel opératoire.

Dans une autre circonstance, en 1858, il prévoit la substitution à la rétine de la plaque photographique devenue beaucoup plus sensible, et en attendant que l'astronome puisse disposer du matériel nécessaire, il étend son procédé aux observations méridiennes des planètes et des étoiles.

Ces suggestions furent appliquées pour la première fois, et sous sa direction, par Porro et Quinet, à la détermination des phases de l'éclipse partielle de Soleil du 15 mars 1858. On se proposait d'utiliser les clichés pour évaluer le diamètre de la Lune, celui du Soleil et la distance des centres des deux astres. Le diamètre du Soleil fut seul déterminé et les valeurs obtenues différèrent peu de celles que les mesures directes avaient données les jours précédents.

(1) *Notes sur l'Histoire de la Photographie astronomique*, dans le BULLETIN ASTRONOM., t. IV, p. 451.

La même année, Liais réalisait, au Brésil, l'enregistrement photographique d'un passage du Soleil au méridien; la méthode qu'il employa fut exactement celle qu'avait indiquée l'astronome français.

Mais Faye lui-même fit réaliser ses projets en France, au commencement de 1860, par Porro qui obtint une bonne série d'enregistrements photographiques des passages méridiens du Soleil. Les images étaient excellentes et on y distinguait, mieux encore que sur les épreuves de 1858, non seulement les facules des taches marginales, mais encore les marbrures les plus délicates qui sillonnent les bords du Soleil. Ce ne sont pas, il est vrai, les premières épreuves où l'on ait pu distinguer sur l'image photographique du Soleil quelques-uns des détails si délicats et si intéressants de sa surface ; mais il fallut attendre, pour faire beaucoup mieux, les belles et longues recherches de M. Janssen à l'Observatoire de Meudon.

Enfin, une application des idées de Faye dont on attendait d'utiles résultats a été faite aux passages de Vénus de 1874 et de 1882. Si le succès ne répondit pas complètement à des espérances enthousiastes, il faut en accuser des difficultés avec lesquelles les conditions très spéciales du phénomène et sa rareté ne permettent pas de se familiariser.

Il n'en reste pas moins vrai que la photographie est devenue un instrument extrêmement puissant et infiniment utile entre les mains des astronomes qui lui doivent aujourd'hui, entre bien d'autres documents précieux, la carte du ciel. Si le mérite d'avoir prévu ces conquêtes peut paraître mince, celui d'avoir aidé à les réaliser de toutes les ressources de son talent et de son influence ne saurait nous laisser indifférents.

Le milieu résistant et la force répulsive

Nous avons rappelé que Faye enrichit notre système solaire d'une comète périodique. Ce fut un événement

considérable et qui donna à l'activité du jeune astronome une orientation qu'elle conserva longtemps.

En calculant l'orbite de la comète de 1682, l'astronome anglais Halley avait constaté qu'elle rappelait celles des comètes de 1607 et de 1531 au point de permettre la conjecture de l'identité des trois astres. Il est vrai qu'il s'était écoulé plus de soixante-seize ans entre les deux premières apparitions et moins de soixante-quinze entre la seconde et la troisième ; mais Halley attribuait cette irrégularité à l'action des planètes rencontrées en chemin par l'astre errant ; il ajoutait même que l'intervention de Jupiter augmenterait vraisemblablement le temps de la nouvelle révolution et qu'on ne reverrait la comète que vers la fin de l'année 1758 ou au commencement de 1759. Clairaut, acceptant l'hypothèse de Halley, serra de plus près la solution du problème. Le 14 novembre 1758, il annonçait à l'Académie que la comète, retardée de cent jours par l'action de Saturne et de cinq cent dix-huit par celle de Jupiter, passerait au périhélie vers le 13 avril 1759. La prédiction s'accomplit à la lettre : nous possédions à n'en plus douter une comète à demeure, la première que l'on ait connue.

L'événement fit grand bruit, mais n'eut pas d'autre suite immédiate. L'ère de la recherche systématique des comètes et de leur observation précise ne fut ouverte que plus tard par Messier, à qui nous devons la découverte de la comète de 1770. Lexell en fit une étude approfondie : les observations la plaçaient sur une orbite elliptique dont elle devait achever le tour en 5 ans $\frac{3}{4}$ environ. Elle s'était trouvée, le 27 mai 1767, cinquante-huit fois plus rapprochée de Jupiter que du Soleil ; c'était vraisemblablement l'action de cette planète qui avait fermé si brusquement l'orbite ouverte ou très allongée que la comète suivait en pénétrant dans notre système ; on s'expliquait ainsi qu'un astre aussi brillant et dont la période actuelle était si courte, n'avait pas été vu plus tôt par les

astronomes. Hélas ! Jupiter qui nous l'avait donné, se hâta de nous le reprendre. La comète, en le retrouvant sur sa route, après son apparition, subit de nouveau son action ; mais cette fois ce fut pour diminuer sa vitesse et par suite pour allonger ou ouvrir son orbite : la comète de Lexell n'a plus été revue ou du moins n'a pu être identifiée, d'une façon certaine, avec aucune des comètes qui nous ont visités depuis 1770. Le cas était intéressant ; il provoqua d'importantes recherches sur le problème difficile de *la capture des comètes* par les planètes. Laplace en avait suggéré l'idée ; Le Verrier la reprit à cette occasion, et plus récemment Tisserand acheva d'édifier la théorie dans toute sa généralité.

La comète de Lexell eut une autre conséquence également heureuse, celle de provoquer les immortels travaux d'Olbers, de Gauss, de Bessel, d'Encke sur le calcul des orbites et l'élaboration des méthodes les mieux appropriées à la mise en œuvre des observations. En même temps, une ardeur nouvelle s'emparait des chercheurs de comètes.

C'est au début de cette période, en 1805, que furent découvertes, à quelques jours d'intervalle, la comète d'Encke et la comète non moins célèbre de Biéla. Ce feu sacré n'était pas éteint, lorsque Faye entra à l'Observatoire de Paris.

La comète qu'il découvrit, en 1843, rappelait celle de Lexell par l'exiguïté de sa période, mais elle ne l'imita pas dans son infidélité. Dès sa première apparition on put fixer la durée de sa révolution avec une exactitude telle qu'on retrouva sans peine le nouvel astre à son retour de 1851. Il se montrait d'ailleurs d'une docilité rare aux formules, et sa théorie put être rigoureusement établie en invoquant les seules lois de l'attraction. Axel Moeller crut, il est vrai, lui découvrir une accélération anormale ; mais on reconnut qu'une erreur de calcul, bientôt corrigée, en faisait tous les frais.

Faye ne se contenta pas d'avoir rencontré dans le ciel cet astre intéressant ; il s'attacha à développer d'ingénieuses théories sur les phénomènes si variés et si mystérieux qui accompagnent ces étranges apparitions.

L'attention des astronomes était alors vivement sollicitée par l'anomalie singulière que présente la marche de la comète d'Encke. L'apparition de 1819, rapprochée de celles de 1805, de 1795 et de 1786 avait mis hors de doute la périodicité de ses retours ; mais dès cette époque aussi, la discussion des observations avait amené Encke à soupçonner une *diminution progressive* du temps de révolution. Les retours suivants confirmèrent la réalité de cette accélération, et pour l'expliquer Encke songea à l'influence d'un milieu résistant.

L'idée n'était pas nouvelle. Newton l'avait invoquée pour rendre compte de la formation des queues et des aigrettes qui surgissent au voisinage des disques cométaires, et faire servir les comètes à l'alimentation du Soleil.

L'illustre auteur assimile les espaces célestes au vide de la machine pneumatique, mais il les considère comme remplis d'une substance éthérée qui est peut-être le véhicule de la chaleur et de la lumière solaires. Cette matière des cieux, si éloignée qu'elle soit de notre matière terrestre par sa ténuité excessive, pèse cependant sur le Soleil et peut s'échauffer et devenir spécifiquement plus légère au contact des éléments grossiers dont sont faites les comètes. Les parties de ce milieu ainsi raréfiées, s'éloignent donc de la comète, en sens opposé au Soleil, comme l'air chaud s'élève au-dessus d'un foyer, et entraînent avec elles les particules du noyau qui gardent leur vitesse tangentielle et vont former au disque la queue dont nous le voyons orné. Mais s'il arrivait que la comète dût traverser la partie la plus dense de cette matière céleste, celle qui avoisine plus immédiatement le Soleil, elle éprouverait une résistance capable d'altérer grandement son mouvement. On pressent l'issue de ce

conflit : l'astre s'approchera peu à peu du Soleil en accélérant sa marche, et finira par s'y engloutir et se consumer au profit de la conservation de la chaleur solaire.

L'intervention possible dans les phénomènes astronomiques du milieu résistant, conduisit Laplace à étudier, dans sa *Mécanique céleste*, l'effet précis qu'un tel milieu produirait sur le mouvement des astres. Il parut à Encke très propre à rendre compte de l'accélération qu'il voulait expliquer, en supposant la résistance proportionnelle au carré de la vitesse de la comète et à l'inverse du carré de sa distance au Soleil. Olbers mit toute son autorité à défendre cette interprétation, à laquelle adhérèrent bientôt la plupart des astronomes.

L'un d'eux toutefois, et non des moindres, Bessel, combattit vivement, dès 1836, l'hypothèse du milieu résistant. Les variations curieuses qu'avait présentées l'aspect de la comète de Halley avaient longtemps retenu son attention et il venait de publier ses belles recherches sur la formation des queues des comètes. Sa théorie des émissions nucléaires pouvait, pensait-il, rendre compte de la marche capricieuse de ces astres en décomposition, sans recours à l'intervention d'un milieu résistant.

« L'accélération de la comète d'Encke, dit-il, me paraît complètement démontrée par les observations, mais l'existence d'un milieu résistant n'en résulte pas nécessairement. Il s'agit ici d'un fait unique : à savoir que les révolutions successives de cet astre vont en se raccourcissant. Mais il y a cent causes qui pourraient produire le même résultat, et on ne sera en droit d'en assigner une en particulier qu'à la condition d'en établir l'existence par d'autres considérations indépendantes des effets qu'on veut expliquer, ou de pouvoir rattacher d'autres phénomènes à la même cause. Or en ce qui concerne la résistance de l'Éther, aucune de ces conditions ne me paraît remplie ; car même en admettant l'Éther dont les vibrations propagent la lumière, le milieu résistant ne sera pas démontré,

à moins qu'on n'établisse que l'Éther ne pénètre pas la comète. Quant à la seconde condition, on sait que rien dans le monde des planètes ou de la Lune ne décèle la résistance d'un milieu quelconque. Il n'y a donc jusqu'ici d'autre indice de son existence que le mouvement d'une seule comète. »

D'autre part, poursuit le savant astronome, il est certain que les émissions nucléaires existent, dans le cas de plusieurs comètes. Mais il est impossible que des matières se détachent ainsi du noyau avec une certaine vitesse, sans que la vitesse du noyau lui-même subisse une variation correspondante et de direction opposée, véritable *mouvement de recul*, analogue à celui d'une pièce d'artillerie ou d'une fusée d'artificier. A moins donc que les émissions ne soient symétriques tout autour du noyau, le mouvement de celui-ci sera modifié : il subira une accélération ou un retard selon que ces émissions auront lieu surtout avant ou après le passage au périhélie.

Les critiques ne furent pas épargnées à cette manière de voir qui ne prévalut pas. Pendant longtemps, Faye fut un des rares astronomes restés adversaires irréductibles du milieu résistant, même après les belles recherches de Von Asten sur les observations combinées de 1819 à 1868 de la comète d'Encke, qui semblaient mettre son existence en si belle lumière.

Cette fois encore il fut bien inspiré.

La comète d'Encke réservait aux astronomes une nouvelle surprise. Déjà les travaux de Von Asten, mais surtout ceux de Backlund qui les complétèrent, établirent que l'accélération de la comète récalcitrante subissait d'étranges fluctuations : après avoir varié très peu de 1819 à 1858, elle a commencé à diminuer de 1858 à 1862, et n'a cessé de décroître jusqu'à sa révolution de 1868-1871 ; depuis cette époque elle est restée sensiblement constante, et tout cela sans qu'aucun changement dans l'aspect physique de la comète accompagne ces variations d'allure.

Pour les expliquer, l'hypothèse du milieu résistant telle qu'Encke l'avait conçue paraît aussi stérile qu'elle avait d'abord semblé féconde. Backlund, sans chercher à la transformer, la rejette et attribue l'accélération variable de la comète à l'action d'un essaim de météorites qu'elle traverserait en un point inconnu de son orbite.

L'idée est séduisante et a rallié le grand nombre des suffrages. La faveur dont elle jouit ne peut que croître, aujourd'hui que les astronomes se préoccupent davantage du rôle que les collisions de masses cosmiques peuvent jouer dans une foule de phénomènes accessibles à l'observation.

Il y a longtemps que Faye avait jeté dans le débat une idée analogue en invoquant l'action d'une masse troublante inconnue, jouant le rôle de Neptune dans l'histoire d'Uranus ; mais il l'avait fait en passant et pour s'arrêter à une autre explication, moins heureuse, qu'il tirait, à l'exemple de Bessel, des idées qu'il s'était faites sur la formation des queues cométaires.

Il voit dans ces appendices le jeu d'une force répulsive émanée du Soleil. Ses idées sur l'origine physique de cette force répulsive ont varié, mais il n'a cessé d'en défendre la réalité.

« A mon avis, dit-il, le développement de la queue répond d'abord à l'espèce de marée que l'attraction du Soleil combinée avec la chaleur produit dans le corps de la comète. C'est ce que M. Roche a montré par une analyse aussi simple qu'ingénieuse... En s'approchant du Soleil les couches externes de l'atmosphère d'une comète se dilatent et s'entr'ouvrent ; la comète fuse par les deux bouts, sans que le mouvement de son centre de gravité en soit nécessairement altéré. Les matériaux émis à la fois vers le Soleil et à l'opposite se raréfient de plus en plus. C'est alors que la force répulsive que le Soleil exerce sur tous les corps proportionnellement à leur surface, mais qui ne devient sensible que pour les corpuscules d'une

ténuité excessive, repousse à la fois les deux émissions de la comète ; et comme celles-ci ont cessé de faire partie de la comète, ces deux émissions sont chassées à grande vitesse dans le sens du rayon vecteur, sans altérer le mouvement du centre de gravité auquel les observations des astronomes se rapportent exclusivement. »

« Je pense, dit-il ailleurs, que la figure des comètes et l'accélération de leurs mouvements sont des phénomènes connexes, qui se rapportent à une seule et même cause, à savoir l'action d'une force répulsive exercée par le Soleil. Cette force dépendrait non pas de l'émission lumineuse de la surface solaire, comme le pensèrent Képler et Euler, comme je l'ai cru moi-même un instant, mais de sa *haute température*. Ce serait, dans les espaces célestes, la manifestation de la force répulsive qui régit autour de nous les phénomènes purement physiques de la dilatation des corps, de l'élasticité des gaz, de l'état sphéroïdal des liquides placés sous l'influence d'une surface incandescente, de même que l'attraction newtonienne est la manifestation céleste de la force qui produit autour de nous les faits de la pesanteur. Cette force répulsive serait proportionnelle aux surfaces — non aux masses — elle serait interceptée par un écran ; elle se propagerait avec une vitesse finie tandis que la gravité se propage instantanément. » Il insiste sur cette dernière particularité. « Pour un corps en mouvement, la répulsion émanera donc du Soleil *apparent*, tandis que l'attraction émane du Soleil *vrai*. La différence de ces deux directions constitue l'aberration commune à toutes les radiations... et elle permet aussitôt de décomposer l'action *répulsive* suivant le rayon vecteur et la tangente à l'orbite, la première composante déterminant la figure des comètes, la seconde produisant l'accélération de leurs mouvements. »

Pour appuyer sa théorie, Faye imagina des expériences de laboratoire où la force répulsive émanée des corps chauds devait être mise en évidence. Il n'y a rien à en dire.

Quant aux passages que nous venons de citer, il convient d'en retenir seulement l'idée de l'intervention probable d'une force répulsive dans la formation des appendices cométaires. Olbers et Bessel la croyaient d'origine électrique. Zoellner a développé les conséquences de cette hypothèse; mais c'est surtout dans les beaux travaux de Bredichin qu'il faut étudier le rôle des forces polaires dans la formation des queues cométaires. Dans ces derniers temps, les expériences de Lebedeff ont ramené l'attention sur la *pression de la lumière*. Nous les avons exposées ici même et nous nous permettons d'y renvoyer le lecteur (1).

Origine des Comètes et des Aérolithes

Laplace voyait dans les comètes des astres étrangers à notre système planétaire qu'ils visitaient en passant, dans leur voyage à travers l'espace, mais où des rencontres de hasard pouvaient les retenir prisonniers. L'inclinaison très variée de leurs orbites, qui coupent l'écliptique sous tous les angles, et la direction indifféremment directe ou rétrograde de leurs mouvements s'accommodent en effet très bien de l'idée que ces visiteurs nous arrivent de tous les points des espaces stellaires.

Laplace vit aussi une confirmation de son hypothèse dans le fait que les orbites cométaires, dans la partie qui nous est accessible, sont, pour la plupart, des arcs de paraboles ou d'ellipses très allongées.

On sait qu'à chaque distance du Soleil, dans son champ d'attraction, correspond une valeur de la vitesse relative au Soleil, appelée valeur *parabolique*, telle que tout mobile passant à cette distance avec cette vitesse décrit nécessairement une parabole dont le Soleil occupe le foyer. Pour toute vitesse moindre, son orbite serait une ellipse

(1) REVUE DES QUEST. SCIENT., avril 1902.

d'autant moins allongée que cette vitesse serait plus faible; pour toute vitesse plus grande, elle serait une hyperbole. Si, avec Laplace, on ne tient pas compte du mouvement de translation du système solaire, il y a en effet de bonnes raisons d'admettre avec lui qu'un astre étranger, nous venant des profondeurs de l'espace, abordera souvent notre système supposé au repos avec une vitesse non supérieure à la vitesse parabolique. Mais le problème change d'aspect si l'on y fait entrer le mouvement de translation du Soleil et de son cortège de planètes. La vitesse *relative* au Soleil de l'astre errant est la résultante de sa vitesse propre et de la vitesse de translation du Soleil, et les chances sont alors en faveur des orbites hyperboliques. Ce sont des travaux récents, parmi lesquels il faut citer surtout ceux de Schiaparelli et de L. Fabry, qui ont fixé l'attention sur cet aspect de problème et en ont développé les conséquences.

Puisque le Soleil se transporte dans l'espace et que, de fait, les orbites cométaires sont, pour le plus grand nombre, paraboliques ou elliptiques, il semble donc qu'il faille chercher la matière dont sont faites les comètes, non pas, avec Laplace, dans les profondeurs de l'espace, mais dans des amas cosmiques, étrangers si l'on veut à la nébuleuse d'où sont sortis notre Soleil et ses planètes, mais participant cependant à leur mouvement commun de translation.

Faye va plus loin. Dans sa théorie cosmogonique, les comètes cessent d'être des astres étrangers; elles sont sœurs de nos planètes, filles de la même nébuleuse, dont elles représentent les déchets, les rognures, tout ce qui n'est pas entré dans la composition des anneaux planétaires ou dans la construction du Soleil.

On connaît le lien de parenté qui rattache les essaims d'étoiles filantes aux comètes : leur origine est celle des comètes qui, en se désagrégeant, leur ont donné naissance.

Mais que faut-il penser des aérolithes? Faut-il y voir aussi des visiteurs étrangers, des débris de comètes, ou convient-il de les rattacher beaucoup plus étroitement à notre système solaire, voire même à notre système terrestre?

Faye, qui fait sortir les comètes de la nébuleuse solaire, ne pouvait reléguer aux limites du monde le berceau des aérolithes : « La forme fragmentaire des météorites, dit-il, leur petitesse constante, leur identité de constitution chimique et minéralogique avec les masses profondes de la Terre et l'extrême fréquence de leurs chutes, sont absolument incompatibles avec une provenance étrangère à notre système solaire ».

Ce fut une heureuse inspiration que celle qui amena le savant astronome à rappeler, à ce sujet, l'attention sur une note oubliée de Lagrange. Il la soumit à une discussion intéressante dont les conclusions firent mentir son titre *Sur l'origine des comètes*, mais montrèrent qu'elle pouvait aider à élucider la question de l'origine des météorites à laquelle Lagrange en l'écrivant n'avait pas songé.

Dans cette note, dont le but est de compléter la théorie cosmogonique de Laplace en ce qui concerne l'origine des comètes, Lagrange s'inspire des vues d'Olbers sur l'origine des petites planètes.

Ayant remarqué que les orbites de Cérès et de Pallas, les deux premiers astéroïdes que l'on ait connus, ont un point d'intersection, Olbers émit l'opinion que ces astres pourraient être des fragments d'une ancienne planète, circulant entre Mars et Jupiter, et qu'une explosion aurait détruite : une pareille origine imposait, en effet, aux produits de cette explosion, de repasser, dans leurs révolutions autour du Soleil, par le lieu du système solaire où s'était produite la catastrophe qui leur avait donné naissance. La découverte de Junon et de Vesta, dans la région du ciel où se croisent les orbites de Cérès et de Pallas,

parut confirmer ces vues d'Olbers. Mais elles fléchirent bientôt sous l'observation qui, en multipliant les découvertes des petites planètes, rendit invraisemblable, puis impossible cette unité d'origine.

Elle était encore acceptable lorsqu'elle suggéra à Lagrange l'idée d'une genèse analogue pour les comètes : elles proviendraient d'explosions violentes dont la Terre et les autres planètes auraient été le siège à l'origine et à diverses reprises ; ces explosions auraient lancé dans l'espace, et dans toutes les directions, des fragments des masses planétaires, avec des vitesses suffisantes pour leur faire décrire, d'un mouvement direct ou rétrograde, des paraboles ou des ellipses allongées autour du Soleil comme foyer.

Ainsi entendue, l'hypothèse de Lagrange n'est pas admissible : elle se brise contre plusieurs écueils, entre autres contre celui où échoua l'hypothèse d'Olbers. Faye montre, en effet, pour seize comètes fortement inclinées sur l'écliptique et sur lesquelles ont porté ses calculs, qu'elles « ne se rapprochent nettement d'aucune orbite planétaire », alors que, dans l'hypothèse de Lagrange, toute orbite cométaire devrait rencontrer l'orbite de la planète-mère à l'endroit même où l'astre errant s'en serait détaché. « L'idée de Lagrange, conclut Faye, ne serait donc pas confirmée en ce qui regarde les comètes. »

Mais il en va tout autrement des météorites qui, eux aussi, circulent autour du Soleil. Leurs chutes montrent suffisamment que leurs orbites rencontrent au moins celle d'une planète, la Terre ; et ainsi se trouve réalisée une des conditions nécessaires à l'hypothèse qui leur donnerait pour origine notre globe, ou plus exactement, le système terrestre — notre planète et son satellite — car la Lune pourrait aussi être intervenue, et pour une large part, dans la fabrication des météorites par explosion. La grande ressemblance des éléments constitutifs des météorites avec ceux que l'on rencontre dans les couches pro-

fondes de notre globe, s'expliquerait alors de la façon la plus naturelle.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces conclusions : elles ont été présentées aux lecteurs de la REVUE par le P. Carbonnelle, qui les a précisées et fortement appuyées dans son bel article *Étoiles filantes et météorites* (1), et par M. de Lapparent qui a repris la question au point de vue pétrographique dans son article *Fer natif et météorites* (2). Ajoutons seulement, pour compléter ces indications, que Tisserand a consacré plus tard à ce problème une magistrale leçon (3), où il rencontre la note de Faye et l'article du P. Carbonnelle, et arrive aux mêmes conclusions par des raisons différentes.

Dans l'hypothèse de Lagrange, l'impulsion du fragment planétaire destiné à devenir une comète « devrait être égale à très peu près à la vitesse de circulation de la planète multipliée par $\sqrt{3}$, se trouver dans le plan de l'orbite primitive et faire, avec le rayon vecteur, un angle voisin de 35°16′ ; ces conditions très restrictives, dit Tisserand, rendent l'hypothèse tout à fait improbable. »

Mais elle pourrait être maintenue pour les aérolithes : « ce seraient des fragments détachés autrefois de la Terre par des explosions qui leur auraient fait décrire autour du Soleil de nouvelles trajectoires, elliptiques, paraboliques ou hyperboliques. Sur les deux dernières, les corpuscules se seront éloignés indéfiniment de la Terre et pour toujours ; mais dans les premières, ils auront dû repasser périodiquement par le point de départ et finir par y rencontrer la Terre, qui les aura ainsi reconquis. La Lune aurait pu contribuer aussi au phénomène...

« ... On ne peut s'empêcher toutefois de trouver arbitraire l'hypothèse que la vitesse d'impulsion ne dépasse

(1) REVUE DES QUEST. SCIENT., oct. 1888 et janv. 1889.

(2) IBID., avril 1897. — Voir, du même auteur, les articles *Les Étoiles filantes et les aérolithes* dans le CORRESPONDANT, 10 et 25 mai 1889.

(3) BULLETIN ASTRONOMIQUE, t. VII, 1890, p. 455.

pas la vitesse de la Terre ; tout au plus pourrait-on dire que les vitesses d'impulsion les plus faibles sont aussi les plus probables...

» Quoi qu'il en soit de ces réserves, il semble que l'hypothèse de Lagrange pourrait être maintenue pour ce qui concerne les aérolithes, au moins jusqu'à nouvel ordre. Elle est séduisante et expliquerait à merveille les entrecoupements de l'orbite terrestre par un nombre immense d'orbites de bolides ; mais elle ne rendrait pas compte des orbites hyperboliques que l'on a calculées pour un petit nombre de ces corpuscules. »

Constitution physique du Soleil

Plus encore que les phénomènes mystérieux des comètes, la constitution physique du Soleil a captivé l'ingénieuse sagacité de Faye ; il s'en préoccupait déjà au début de sa carrière scientifique, et il n'a cessé d'y revenir avec une prédilection marquée.

En parcourant ses recherches dans cette voie on s'étonne de le voir se refuser trop longtemps à accepter certaines conclusions des faits d'observation, sanctionnées par l'assentiment général des meilleurs juges. Mais à l'époque où la réalité des phénomènes physiques des éclipses, de la couronne et des protubérances, soulevait encore dans son esprit des objections dont il attendait, pour conclure, une solution qui le satisfît, il employait tous ses soins, tout son crédit, pour assurer l'observation, dans d'excellentes conditions, des phénomènes qui pouvaient la lui donner. C'est ce qu'il fit, en particulier, pour la célèbre éclipse de 1868. « C'est à son influence, dit M. Janssen, que le Bureau des longitudes dut de pouvoir envoyer dans les Indes un missionnaire pour l'observation spectrale des protubérances. » Ce missionnaire n'était autre que M. Janssen, et l'on sait le succès qu'il remporta.

C'est dans cette circonstance qu'il constata la possibilité d'étudier les protubérances en dehors des instants si rares et si courts des éclipses totales, et cette découverte fut le point de départ d'importants et rapides progrès de la physique solaire.

D'ailleurs, il convient de ne point perdre de vue l'état du problème solaire au moment où Faye l'aborda. Presque tous les astronomes admettaient encore, sur l'autorité d'Herschel et d'Arago, que toute la puissance calorifique et lumineuse du Soleil résidait dans une mince enveloppe entourant un noyau solide relativement froid, au point même d'être habitable. Les taches étaient des déchirures accidentelles de l'enveloppe lumineuse, sortes de fenêtres qui nous permettaient d'apercevoir le noyau obscur. « Si l'on me posait simplement cette question, dit Arago : Le Soleil est-il habité ? je répondrais que je n'en sais rien. Mais qu'on me demande si le Soleil peut être habité par des êtres organisés d'une manière analogue à ceux qui peuplent notre globe, je n'hésiterais point à faire une réponse affirmative. »

Faye transforma peu à peu, mais complètement, cette tradition.

Pour avoir l'ensemble de ses idées personnelles sur la physique solaire, il faut lire surtout ce qu'il a écrit après 1868, et en particulier ses notices sur la *Constitution physique du Soleil*, insérées dans l'ANNUAIRE du Bureau des Longitudes et les notes qui les complètent et qui ont paru plus tard dans les COMPTES RENDUS de l'Académie des sciences (1).

La plupart de ces documents ont été analysés dans la REVUE, et forment une des parties les mieux connues de l'œuvre de Faye. Nous y insisterons moins.

Dans la pensée du savant astronome, le Soleil est

(1) Voir surtout celles des 26 décembre 1882, 15 et 29 janvier 1883, 5 février 1883, 2 mars 1883, etc.

gazeux, sinon en totalité, du moins jusqu'à une très grande profondeur. Des courants ascendants et descendants établissent, entre la photosphère et les couches profondes, des échanges incessants qui agitent la masse et l'obligent à contribuer au rayonnement extérieur. Faye expose de cette circulation une théorie très nette dont les traits essentiels ont conquis l'assentiment unanime des astronomes.

En même temps, il mène à bien d'importantes études sur les vitesses de rotation des zones solaires, en fonction de la latitude. Dans sa pensée, ce mode singulier de rotation, dont il établit la loi expérimentale, serait la conséquence des échanges continuels de matière au sein des couches comprises entre la surface rayonnante et un sphéroïde intérieur. Les courants ascendants, qui apportent à la surface des vitesses linéaires trop faibles, en ralentissent la rotation, tandis que les courants descendants accélèrent celle des couches profondes. Pour rendre compte de la loi des rotations observées à la surface, il suffit de supposer que le sphéroïde intérieur, qui tourne plus vite que la photosphère visible, est aussi fortement aplati, en sorte que l'épaisseur de la couche où s'opèrent les échanges varie comme le carré du sinus de la latitude.

Tant de vues neuves et fécondes, en transformant de fond en comble les idées reçues, ont puissamment aidé au progrès par elles-mêmes et aussi par les nombreux et importants travaux qu'elles ont provoqués.

Mais Faye ne s'est pas arrêté là : il a tenté de rattacher au mode même de rotation du Soleil, la formation et les phénomènes des taches.

Elles seraient dues à des mouvements tourbillonnaires, analogues à ceux qui se produisent dans notre atmosphère, dans les cours d'eau, partout où une cause quelconque rend inégales les vitesses parallèles de deux couches fluides voisines. Ces tourbillons pénétreraient dans les couches

profondes du Soleil à la manière d'une tarière ; et comme ils exercent, dans la pensée de Faye, de haut en bas et dans le sens de leur axe, une sorte d'aspiration, ils engouffrent par leurs entonnoirs les matériaux refroidis de la surface ; de là un abaissement de température au centre du cyclone, donnant raison du noyau obscur de la tache. Les courants ascendants, qui alimentent la photosphère, écartés de leur route, vont se condenser autour de l'orifice de ces cratères et leur forment une couronne de facules ; ou bien, surpris par le refroidissement anormal le long des parois de ces cavités, ils y déposent en longs filaments les produits de leur condensation anticipée ; de là les courants lumineux qui donnent à la pénombre sa structure rayonnée.

Lorsque la tache a pris des proportions considérables, le mouvement giratoire qui en est l'âme tend à se partager en tourbillons secondaires. C'est le phénomène de la segmentation. Ces tourbillons secondaires se séparent peu à peu ; leur force vive s'use et l'afflux du milieu ambiant achève de les combler.

Tous ces phénomènes ne se produiront pas indifféremment sur toute la surface du Soleil ; ils se localiseront nécessairement dans les régions où la différence des vitesses parallèles de deux zones voisines est la plus marquée. La rareté des taches au voisinage immédiat de l'équateur n'a donc rien de mystérieux, la différence des vitesses des zones contiguës y étant très peu considérable ; et une raison toute semblable explique leur absence au delà de 50° de latitude.

Nous passons beaucoup d'autres détails qui, sous la plume de Faye, se groupent avec une facilité merveilleuse autour de ces idées générales.

Tout le monde s'accorde à les trouver extrêmement ingénieuses. Mais il arrive que l'harmonieuse simplicité d'une théorie élaborée par un penseur profond et original, à sa table de travail, soit un cadre trop étroit pour la

confuse diversité des effets qui se déroulent aux yeux de l'observateur. L'autorité des théoriciens les plus instruits reste alors contestée, et leurs vues les plus séduisantes, rebelles, dans leur trop grande généralité, au contrôle des faits, provoquent la résistance et surtout le regret que la réalité dédaigne une si belle simplicité.

« La théorie de Faye, disait le P. Secchi, admise dans une certaine mesure, peut expliquer certains faits, mais elle ne paraît pas avoir la généralité que lui attribue son auteur. »

D'autres observateurs ont partagé cet avis.

Théorie mécanique des Cyclones

Ce sont ces belles recherches sur la physique solaire qui ont conduit Faye à s'occuper des tempêtes terrestres, et lui ont fourni les principes de la théorie qu'il en a donnée. Il pensait que les phénomènes tourbillonnaires dont notre atmosphère est le siège, étaient apparentés, par leur origine et leurs manifestations, à ceux qui se produisent dans la photosphère : la théorie mécanique des taches du Soleil et celle de nos cyclones devaient donc s'éclairer l'une l'autre et se prêter un mutuel appui.

Le travail que s'est imposé le savant météorologiste ne le cède pas à celui qu'avait entrepris l'astronome. Pour en apprécier l'étendue et la constante ténacité, il faut lire non seulement les cinq notices scientifiques insérées dans l'ANNUAIRE du Bureau des longitudes de 1875 à 1886, mais un très grand nombre de notes, publiées dans les COMPTES RENDUS, et d'articles de revues où l'auteur soutint, pendant vingt-cinq ans, en faveur de ses idées, d'ardentes discussions contre Weyher, Colladon, Pictet, Schwedoff, Lasne, etc. ; enfin il faut lire aussi les deux ouvrages séparés : *Sur les tempêtes*, 1887, et *Nouvelle étude sur les tempêtes*, 1897, où Faye a condensé ses arguments et

résumé ses réponses aux objections qu'ils ont soulevées. Tant d'efforts n'ont certes pas été inutiles, mais personne ne s'étonnera qu'ils n'aient pas épuisé la question.

L'insuffisance des documents condamne toutes les théories de la formation des cyclones à une grande incertitude. Celles qu'on a imaginées se ramènent à deux types généraux : la *théorie thermique* et la *théorie mécanique ;* elles contiennent probablement chacune une part de vérité et aucune d'elles ne s'impose (1).

Dans la *théorie thermique*, développée surtout par Espy et Ferrel, on place les causes de la production des mouvements cycloniques dans les couches *inférieures* de l'atmosphère.

Lorsque, dans une région où l'air est calme et très humide, se rencontre une certaine étendue où, dans les couches basses de l'atmosphère, la température est plus élevée que dans la zone environnante, il s'y produit un minimum barométrique autour duquel, sous l'influence de la rotation de la Terre, se forme un mouvement cyclonique. Dans ce tourbillon, les mouvements de l'air ont une composante centripète dans les couches basses, où les vents sont convergents; une composante centrifuge à une certaine hauteur au-dessus du plan neutre, où les vents sont divergents ; enfin une composante ascendante au-dessus du centre chaud.

Ces mouvements de l'air tendent à uniformiser la température et par suite à cesser d'eux-mêmes ; mais si l'air ascendant est suffisamment humide, il atteindra la température de saturation, et la condensation commencera à une altitude relativement faible. A partir de ce moment, la décroissance de température dans l'air saturé ascendant devient extrêmement lente ; en sorte que la température moyenne de cette colonne d'air ascendant sera beaucoup

(1) Nous suivrons dans notre exposé l'excellent *Traite élémentaire de Météorologie* de M. Alfred Angot. Paris, Gauthier-Villars, 1899.

plus élevée que celle d'une colonne de même hauteur de l'air environnant : il se produira donc une sorte de tirage, et le mouvement se continuera de lui-même, grâce à la chaleur dégagée par la condensation de la vapeur.

Cette théorie, dit M. Angot, rend un compte assez exact de toutes les particularités de certains cyclones des régions tropicales ; mais elle devient manifestement insuffisante, voire même erronée, quand il s'agit des dépressions des latitudes moyennes. Ce sont ces difficultés qui ont conduit à imaginer la *théorie mécanique*, et c'est dans cette voie que Faye s'est engagé.

Il voit dans les dépressions et les cyclones des tourbillons à axe vertical, nés dans les *hautes régions* de l'atmosphère et descendant jusqu'au sol. Ces mouvements giratoires, assimilables aux tourbillons que l'on observe dans les cours d'eau, seraient produits aux dépens des inégalités de vitesse qui existent, dans un courant général, entre deux filets aériens juxtaposés latéralement. Nés et entretenus à une grande hauteur, ils seraient soustraits à toutes les influences qui se font sentir dans les couches inférieures, au voisinage du sol.

Réduite à ces termes, la théorie mécanique soulève un grand nombre d'objections ; sur plus d'un point, elle est même en contradiction absolue avec les résultats de l'observation. Pour pouvoir en tirer parti dans l'explication de certains cyclones des régions tropicales et des dépressions d'hiver des latitudes plus élevées, il faut la concevoir d'une manière toute différente. C'est ce que Faye se refusait à admettre. Il soutint, au contraire, avec la même énergie, et, il faut le dire, sans plus de succès, l'application de ses idées à l'origine et à la nature des trombes ; et il s'est fait que les résultats de ces études météorologiques, qui auraient dû éclairer et consolider sa théorie des taches solaires, lui ont été plutôt défavorables.

Faye et le Bureau des longitudes

Nous avons dit que Faye appartenait au Bureau des longitudes depuis quarante ans. « Il y a joué un rôle considérable, dit le général Bassot, et qu'il serait bien difficile d'analyser dans ses détails (1). » Signalons spécialement le zèle qu'il mit à défendre les prérogatives de ce corps savant, la direction de ses délibérations pendant plus de vingt ans, et la part très large qu'il prit dans la rédaction des notices scientifiques de l'ANNUAIRE.

Jusqu'à la mort d'Arago, l'astronomie et la géodésie relevaient, en France, du Bureau des longitudes ; en particulier, le réseau géodésique français est l'œuvre du Bureau avec la collaboration des officiers du dépôt de la Guerre.

A l'avènement de Le Verrier, des mesures administratives menacèrent le Bureau des longitudes dans son existence même : on lui enleva la direction générale des travaux astronomiques pour la confier à l'Observatoire de Paris, rendu indépendant, et celle des opérations géodésiques pour la remettre au Corps d'État-Major.

Au début de cette période, l'Observatoire et le dépôt de la Guerre travaillent de concert sur le terrain géodésique, mais bientôt des dissentiments éclatent dont l'écho retentit dans les réunions de l'Académie. A qui revient la détermination astronomique des principaux sommets des triangles français ? — Le Verrier prétend que la mesure des longitudes et des latitudes des stations géodésiques est une opération qui relève de son service. Faye évoque le passé du Bureau des longitudes, et soutient ses droits et ceux de ses anciens collaborateurs.

Le débat ne tarda pas à dévier, et on en vint aux personnalités. Le Verrier, dans le feu de la discussion,

(1) *Discours cités*, ANNUAIRE pour 1905, D. p. 17.

reproche à Faye, en termes discourtois, une incurie absolue dans la détermination de la longitude de Greenwich, faite par lui, en 1854, de concert avec les astronomes anglais ; et Faye riposte en accusant Le Verrier d'erreurs « qui ne risquent assurément pas de se propager, même parmi les débutants en géodésie ».

Heureusement le Bureau des longitudes triompha de la crise, et reconquit l'influence dont on n'aurait jamais dû songer à le dépouiller ; à Faye revient l'honneur d'avoir contribué, pour une large part, à cette réhabilitation.

En 1864, il rédige un rapport magistral sur l'état de la géodésie dans les divers pays civilisés, où il montre la part que le Bureau a constamment prise, depuis sa fondation, à l'étude de la figure de la Terre et à la description géométrique de la France. « Le Bureau des longitudes, écrit-il, composé dès la fin du siècle dernier d'hommes qui, comme Lagrange, Laplace, Borda, Delambre et Méchain, avaient créé le système métrique ou mesuré la grande méridienne de France, puis des savants collaborateurs à qui ces hommes illustres avaient confié le soin de prolonger cette méridienne jusqu'aux îles Baléares, et de ces artistes célèbres qui ont doté la géodésie et l'astronomie française de tous leurs instruments de précision, le Bureau, disons-nous, a toujours considéré comme une de ses attributions fondamentales le droit et le devoir de donner l'impulsion à ces grandes études et d'y prendre une part active par la réunion de ses géomètres, de ses astronomes, de ses géographes, de ses artistes. »

Comme conclusion de son rapport, Faye demandait que le Bureau reprît le patronage des grandes triangulations qui venaient d'être exécutées sur le territoire français pour servir de base à la carte de France, et qu'il en réclamât la revision pour les mettre à la hauteur de la science géodésique, qui venait de prendre un très large essor à l'étranger, principalement en Allemagne et en Angleterre.

Cet appel ne fut pas sans écho. Le programme que Faye traçait en 1864 a servi de base aux travaux qui ont été entrepris depuis cette époque. Il les a constamment soutenus et encouragés; c'est lui qui, en 1869, provoqua la mesure de la nouvelle méridienne de France, œuvre dont l'exécution commença en 1870, sous la direction du général Perrier, et qui fut « le prélude d'une régénérescence de la géodésie française », dit le général Bassot, l'un des artisans de ce grand œuvre couronné par la jonction géodésique de l'Espagne avec l'Algérie. Et plus tard, quand il fut question d'une nouvelle mesure de l'arc de Quito, aujourd'hui en voie d'exécution, c'est encore lui qui, avec une ténacité patriotique, a revendiqué et obtenu pour la France le droit de refaire cette opération fondamentale et d'un intérêt scientifique si considérable.

A la mort de Delaunay, Faye lui succède dans la rédaction des notices scientifiques de l'Annuaire. Bien qu'à partir de cette époque plusieurs membres du Bureau contribuent à cette œuvre, il en resta longtemps le rédacteur principal et « celui auquel notre recueil, dit M. Janssen, est le plus redevable ».

Nous avons eu l'occasion de signaler, au cours de cet article, les plus importantes de ces notices. Nous indiquerons seulement pour ceux de nos lecteurs qui voudraient les consulter — et on le fera longtemps encore avec plaisir et profit — les volumes de l'Annuaire où on les trouve.

Les premières sont consacrées à la *Constitution physique du Soleil* (A. 1872 et 1873). Faye expose sa *Défense de la loi des tempêtes*, en 1875. Dans sa notice *Sur les orages et sur la formation de la grêle*, il analyse et discute les idées de ses prédécesseurs et cherche à faire prévaloir sa théorie des tourbillons descendants (A. 1877; voir aussi A. 1886). Il étudie, dans la *Météorologie cosmique*, les influences célestes sur les phénomènes si complexes dont notre atmosphère est le théâtre (A. 1878). Plus tard, il raconte

les origines et expose les premières conquêtes de l'Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme (A. 1880). Dans l'ANNUAIRE de 1881, il compare la Lune et la Terre au point de vue géologique. L'*Aperçu historique sur le développement de l'Astronomie* qui forme le sujet de sa notice de 1882, était destiné à servir d'introduction au second volume du *Cours d'Astronomie de l'École polytechnique;* elle constitue en réalité un travail distinct et beaucoup plus développé, mais dont l'information historique n'est pas toujours irréprochable. *La figure des comètes* fait l'objet de la notice de 1883, et *Les grands fléaux de la nature* de celle de l'année suivante. En 1885, il rédige sur un nouveau plan la théorie *Sur la formation de l'univers et du monde solaire* qu'il venait de publier, avec des développements historiques, dans son livre *Sur l'origine du Monde*. Signalons enfin le récit de la jonction géodésique et astronomique de l'Algérie et de l'Espagne (A. 1880 et 1893), et les articles consacrés à la fondation et aux travaux de l'*Association géodésique internationale* (A. 1876, 1889-1892, 1895).

Dans ces précieuses notices, où le talent de l'écrivain embellit la science et, en la laissant profonde, la rend facile et agréable à tous, ce sont surtout ses recherches et ses idées personnelles que Faye a vulgarisées. L'originalité en est accrue, mais les lecteurs auxquels ces notices s'adressent et qui demandent seulement à être instruits des faits certains et des théories achevées, sont exposés à se laisser convaincre et à prendre pour des conclusions définitives, des explications provisoires et des hypothèses très séduisantes sans doute, mais controversées.

Géodésie

C'est par l'enseignement de la géodésie à l'École polytechnique que Faye avait inauguré sa carrière professorale ; il conserva une prédilection marquée pour cette

science où la théorie et la pratique soulèvent à chaque pas de difficiles problèmes.

Pendant plus de trente ans, il fit partie de l'Association géodésique internationale où, dès son entrée, il fut élu membre de la commission permanente et prit comme tel une part active dans la direction de ses travaux. En 1898, ses collègues, voulant lui témoigner leur haute estime, lui décernèrent la présidence de l'Association pour dix ans.

Sans entrer au détail des recherches que Faye a publiées dans ce domaine spécial, nous en marquerons la tendance et nous rappellerons la théorie de la constitution de l'écorce terrestre qu'il a mise à la base de ses conclusions principales.

Nous sommes si petits en face des accidents du sol et nous voyons de si près son relief tourmenté, que la surface de la Terre, creusée de vallées profondes et hérissée d'énormes montagnes, nous paraît défier toute définition. C'est la situation du puceron cheminant sur l'écorce d'une orange : il n'en reconnaît que les aspérités. Mais pour nous, qui tenons l'orange à bonne distance de notre œil, tous ses accidents disparaissent et font place à la régularité géométrique. Il en est ainsi de la Terre vue d'assez loin : à la distance de la Lune elle a l'aspect d'une sphère aplatie. Mais cette première définition de la figure de la Terre est trop vague pour que nous ne cherchions pas à la préciser.

Si notre globe était au repos et avait toujours été solide, sa forme évidemment pourrait être quelconque et tous nos efforts n'aboutiraient sans doute qu'à en décrire les détails : la géodésie se réduirait à la topographie. Mais la Terre tourne sur elle-même et jadis a été fluide. Aujourd'hui encore elle est, à certains égards, soumise aux mêmes lois que si elle était restée fluide, car les océans qui la recouvrent lui font, sur une grande étendue, une surface mathématiquement définie par les lois qui régissent l'équilibre des fluides pesants. En chacun de

ses points, cette surface des mers est normale à la résultante des forces terrestres, la gravité et la force centrifuge, qui les sollicitent et cette propriété la définit rigoureusement. Sans doute, les tempêtes y soulèvent des vagues, le Soleil et la Lune y promènent les marées; mais ce sont là des accidents qui troublent momentanément une situation d'équilibre stable qui tend d'elle-même à se rétablir.

Or l'observation nous apprend que partout, le long des côtes, sur les rives des lacs et des fleuves qui copient ou prolongent les mers au loin dans les terres fermes, les continents imitent l'allure générale de la surface des eaux, et les plus hautes montagnes ne s'élèvent qu'à quelques milliers de mètres — une fraction très petite du rayon de la Terre — au-dessus de ce niveau général. Prolongeons donc idéalement la surface liquide à travers les continents et faisons abstraction des accidents qu'il faudrait niveler pour réaliser cette supposition : nous aurons l'enveloppe superficielle que la géodésie considère comme la surface de la Terre, le géoïde dont elle cherche à déterminer les éléments et auquel elle rapporte tous ses nivellements et toutes ses mesures.

Plusieurs voies conduisent à la détermination géométrique de cette surface : la valeur des données qui fixent son aplatissement est écrite dans une inégalité du mouvement de la Lune qui en dépend. Il est possible aussi de la dégager d'une série d'observations du pendule faites en divers lieux du globe. Mais le procédé le plus direct consiste à déterminer à la fois la forme et les dimensions du géoïde en utilisant celles d'un grand nombre d'arcs de méridiens, reconnues par des mesures immédiates en des régions très éloignées les unes des autres. Le calcul dans ce cas est plus long que difficile, et l'exactitude des résultats ne dépend que du nombre et de la valeur des données géodésiques que l'on a utilisées.

Faye, après plusieurs autres, a résolu le problème, et

les éléments du géoïde qui porte son nom sont cités dans les traités au même titre que ceux de Bessel, de Clarke, etc.

C'est surtout dans la discussion des résultats fournis par l'observation du pendule qu'il trouva l'occasion d'idées personnelles.

On sait que la durée des oscillations d'un pendule de longueur donnée, en un point déterminé du globe, se rattache par un lien connu à l'intensité de la pesanteur au lieu d'observation. Sur une terre parfaitement sphérique, homogène et au repos, l'intensité de la pesanteur serait la même en tout point de la surface, et par suite des pendules de même longueur y exécuteraient leurs oscillations partout dans le même temps. Sur une Terre aplatie, comme la nôtre, formée de couches homogènes concentriques dont la densité suit une loi quelconque et en rotation autour de son axe de figure, l'intensité de la pesanteur varie avec la latitude. La loi de cette variation est connue et il est possible d'en déduire la *valeur théorique* de l'intensité de la pesanteur pour un point quelconque du géoïde, en partant de données déduites de la mesure d'arcs de méridiens ; il est possible aussi de fixer la *valeur réelle* de la pesanteur pour autant de points que l'on voudra, par les observations du pendule, mais ce sera, en général, au prix de corrections délicates et peu sûres. Le plus souvent, en effet, les observations du pendule devront se faire non au niveau de la mer, mais sur un plateau plus ou moins élevé, au sein d'un massif montagneux, et il faudra *les réduire au niveau de la mer*, c'est-à-dire les débarrasser de l'influence de l'altitude et des attractions locales pour en dégager la valeur de l'intensité de la pesanteur au point où la verticale de la station rencontre la surface du géoïde. On a fait ce travail pour un très grand nombre de stations, et la comparaison des valeurs *déduites* ainsi *des observations du pendule*, avec les valeurs *théoriques* de l'intensité de la pesanteur

calculées pour les mêmes points du géoïde, a conduit à des résultats très inattendus dont voici les traits essentiels.

Les différences entre l'intensité théorique de la pesanteur et l'intensité observée aux divers points du globe affectent une allure nettement systématique : sur les littoraux, les écarts sont faibles, constants pour un même littoral et par conséquent caractéristiques de la région ; dans les îles, au sein des océans, la pesanteur observée est notamment plus considérable que la pesanteur théorique ; c'est l'inverse qui se manifeste sur les continents : on y constate un défaut de pesanteur qui va en s'accentuant à mesure qu'augmentent l'altitude de la station et sa distance à la mer. Ces faits manifestement renversent les prévisions. C'est au sein des mers, semble-t-il, que la pesanteur devrait faiblir, et au sein des massifs montagneux qu'elle devrait s'exalter, puisque là une couche d'eau de plusieurs kilomètres d'épaisseur remplace ici une couche solide de puissance équivalente, mais de densité beaucoup plus grande.

On a tenté d'expliquer ces anomalies par une dénivellation que subirait la surface des mers au voisinage des continents : l'attraction de ceux-ci accumulerait les eaux le long des côtes ; de là une dépression du niveau des mers qui rapprocherait leur surface du centre attirant et aurait pour conséquence une augmentation de la pesanteur dans les îles, dont le niveau ne dépasse pas beaucoup celui des eaux qui les entourent. Le phénomène invoqué est certain ; mais il n'a pas — le calcul le montre — la puissance qu'on lui suppose dans l'explication qui précède.

Faye en a proposé une autre : la croûte terrestre serait *plus épaisse* sous les mers que sous les continents ; et voici comment il cherche à justifier cette hypothèse. Au fond des océans, la température se maintient voisine de 0°, tandis qu'à la même profondeur, sous les continents, règne une température de 200 à 300 degrés ; le refroidissement du globe doit donc être plus rapide au contact prolongé

des eaux froides qui tapissent le fond des mers que sous la terre ferme, et, par suite, la solidification du noyau liquide doit marcher plus vite et s'étendre plus loin sous les eaux qu'à l'air libre.

« A l'époque où ces considérations furent développées par l'éminent astronome, dit M. de Lapparent, nous avions cru devoir en combattre l'application, parce qu'il nous semblait impossible qu'une action réfrigérante localisée au sommet d'une écorce de cinquante ou soixante kilomètres de puissance, fût susceptible de se faire sentir de proche en proche jusqu'à la base. Mais nous devons reconnaître que la question change complètement de face, si au lieu d'invoquer un accroissement d'épaisseur, on se borne à parler du *surcroît de densité* que doit produire la contraction par refroidissement des roches (1). » Telle est, en effet, l'explication la plus généralement acceptée aujourd'hui. Faye, pour s'y rallier, n'avait qu'un mot à changer dans son interprétation.

De sa théorie, Faye tirait des conclusions sur le jeu des forces géologiques qui auraient façonné le relief visible de la Terre. Elles ne semblent pas s'être imposées à l'attention des géologues.

Il en concluait aussi que, dans le calcul des observations du pendule, il n'y avait pas lieu, en général, de tenir compte des inégalités du relief superficiel du globe ; il n'y aurait donc, pensait-il, à faire entrer, dans la réduction des observations du pendule au niveau de la mer, d'autre élément que l'altitude, sauf dans certains cas spéciaux. De fait, dans quelques massifs continentaux, une compensation presque parfaite s'établit entre l'influence qu'exerce sur le pendule la saillie montagneuse et le défaut de densité des couches sous-jacentes. Il semble cependant que la masse du terrain sur lequel a été installé

(1) *Nouvelle cause de Mobilité de l'Écorce terrestre*, dans la REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, t. I, p. 267.

l'appareil doit trouver place dans la série des causes d'erreurs accidentelles auxquelles il faut disputer les résultats des observations si délicates du pendule, et l'on comprend que les géodésiens continuent à s'en préoccuper.

L'origine du Monde

En même temps qu'il préparait ses communications à l'Académie, si nombreuses et si variées, qu'il écrivait ses notices scientifiques et qu'il exposait et défendait ses idées dans des articles de revues, Faye rédigeait ses cours et publiait plusieurs ouvrages séparés. Nous avons signalé déjà les deux volumes qu'il a consacrés à sa théorie mécanique des tempêtes. En 1851, il avait fait imprimer des *Leçons de Cosmographie*, exposé clair et méthodique des premières notions d'astronomie, exigées, par les programmes de l'époque, des candidats à l'École polytechnique ; ces leçons ont eu une seconde édition en 1854. Elles ont été suivies d'un *Cours d'Astronomie nautique*, paru en 1879 et des deux volumes, mieux connus et qui n'ont pas cessé d'être estimés, du *Cours d'Astronomie de l'École polytechnique*, imprimés en 1881-1883.

Mais de tous les ouvrages du savant astronome, celui dont le succès auprès du grand public fut le plus considérable est son beau livre *Sur l'origine du Monde*, qui a eu trois éditions, en 1884, en 1885 et en 1895. L'auteur y a mis la synthèse des idées qu'il avait le plus profondément méditées, et en a fait le couronnement de son œuvre.

L'histoire des hypothèses cosmogoniques reflète celle des idées scientifiques. Très vagues à l'origine, ces spéculations grandioses qui ont tenté tant de grands esprits, se sont précisées après l'invention de la mécanique céleste et ont bénéficié plus tard des grandes conquêtes de la physique générale, de la thermodynamique surtout et de l'analyse spectrale. Mieux que Laplace, Faye, un siècle

après lui, pouvait, dans le fonds plus riche des découvertes de ses devanciers, espérer trouver des bases plus sûres pour ses raisonnements. D'ailleurs ses recherches sur la nature des comètes, sur la constitution du Soleil et sur les mouvements tourbillonnaires, l'avaient dès longtemps préparé et devaient naturellement l'amener à soumettre à un examen critique les notions cosmogoniques qui avaient cours chez ses contemporains et, au besoin, à les compléter ou à les remplacer.

Il a fait plus encore dans le livre de lecture agréable et facile pour tout esprit cultivé, qu'il nous a laissé. Il en a consacré une bonne part à l'exposé rapide des cosmogonies anciennes. L'intérêt des citations qu'il multiplie fait oublier les lacunes du tableau, et on pardonne volontiers aux commentaires qui les accompagnent quelques développements que désavoue l'histoire de l'astronomie grecque, en faveur des réflexions judicieuses qui abondent.

L'hypothèse cosmogonique de Laplace surtout retient son attention. Mérite-t-elle la faveur dont elle a joui jusqu'ici ? — Elle serait, d'après Faye, en contradiction flagrante, sur plusieurs points, avec les données actuelles de la science : il n'y a place dans cette hypothèse que pour des mouvements de translation et de rotation, des planètes et des satellites, s'effectuant tous dans le même sens. Or si les translations de toutes les planètes et les rotations des six premières sont, en effet, directes, ainsi que les mouvements des satellites de la Terre, de Mars, de Jupiter et de Saturne, les satellites d'Uranus et de Neptune, et vraisemblablement les rotations de ces planètes, sont rétrogrades. En outre, l'hypothèse de Laplace n'admet pas de satellites effectuant leurs révolutions autour de leur planète en moins de temps qu'il n'en faut à celle-ci pour tourner sur elle-même ; mais le premier satellite de Mars et l'anneau intérieur de Saturne ont des périodes de révolution plus courtes que la durée de la rotation de ces planètes. Enfin la Terre vient trop tard, dans la concep-

tion de Laplace, et la durée de son histoire y est restreinte à ce point qu'on n'y trouve pas le temps nécessaire à la succession des périodes géologiques.

Faye propose donc de remplacer cette cosmogonie classique que les faits condamnent, par une conception nouvelle dont voici les traits caractéristiques.

Le système solaire est né de la condensation tourbillonnaire d'une nébuleuse au sein de laquelle la pesanteur interne a changé d'allure au cours du temps. A l'origine, elle variait d'un point à un autre en raison directe de la distance de ces points au centre, et les spires de la nébuleuse, transformées sous l'influence de cette loi en anneaux intérieurs, se sont réunies en masses sphériques tournant sur elles-mêmes dans le sens du mouvement de l'anneau dont elles étaient nées, et qui ont pu, à leur tour et de la même façon, engendrer des satellites circulant dans le même sens. C'est pendant cette première période que se sont formés les systèmes à rotation directe, Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter et Saturne.

Mais peu à peu, les matériaux non engagés dans les anneaux se sont condensés au centre de la nébuleuse en donnant naissance au Soleil. A partir de ce moment la loi de pesanteur interne s'est modifiée : elle était au début proportionnelle à la distance, elle tend à devenir et finit par être inversement proportionnelle au carré de la distance. Avec elle, se transforme le mode de circulation des anneaux ; ceux qui se sont agglomérés en planètes, sous l'empire de cette nouvelle loi, ont donné des systèmes à translation directe encore, mais à rotation rétrograde, tels que ceux d'Uranus et de Neptune.

Faye étend son hypothèse à la formation des systèmes stellaires. Tous ces mondes sont nés de la condensation progressive de nébuleuses analogues, lambeaux détachés d'une nébuleuse chaotique générale qui renfermait dans son sein toute la matière et toute l'énergie de l'univers. Leur incandescence vient de la chaleur développée par

l'acte même de leur formation. Ainsi leur provision de chaleur et de lumière est limitée et s'épuise en se dissipant dans l'espace. Les étoiles vieillissent et sont condamnées à mourir. Notre Soleil lui-même se refroidit, et la vie qu'entretiennent sur notre planète ses bienfaisants rayons s'éteindra avec lui.

Nous laissons les détails de cette théorie qui a été exposée aux lecteurs de la REVUE (1). On y a signalé des points faibles : plusieurs des antinomies reprochées à la théorie de Laplace disparaissent quand on tient compte des travaux postérieurs d'Éd. Roche et de Darwin ; et la nouvelle hypothèse soulève à son tour des difficultés de même ordre que celles dont on n'a pu débarrasser la conception de Laplace. C'est dans le beau livre de M. C. Wolf, *Les hypothèses cosmogoniques*, qu'il faut lire cet examen critique ; mais il convient d'y joindre l'étude de l'ouvrage de M. R. du Ligondès, *Formation mécanique du système du Monde*, qui a été présenté à nos lecteurs (2) et qui est à notre connaissance l'effort le plus original et le plus heureux que l'on ait fait pour corriger et compléter l'hypothèse de Faye et la mettre à l'abri des objections formulées par M. Wolf.

Dans ses études cosmogoniques, comme dans ses recherches sur la nature des comètes, la constitution du Soleil, les lois mécaniques des tempêtes, Faye s'est heurté à des problèmes dont la plupart sont actuellement insolubles. Un succès partiel, en pareille entreprise, est déjà un beau triomphe.

Son ardeur opiniâtre au travail lui a permis de se partager beaucoup sans qu'on puisse dire qu'il se soit beaucoup amoindri ; de quelque côté qu'il ait porté son

(1) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, t. XVII, 1885, *La nouvelle Théorie cosmogonique de M. Faye*, par Jean d'Estiennes, pp. 94-154.

(2) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, t. XXI, 1897, *Progrès récents de la Cosmogonie*, par l'abbé Th. Moreux, pp. 459-495.

attention, ses efforts, parfois heureux, n'ont jamais été stériles.

Il ne nous laisse, il est vrai, aucune découverte éclatante, aucun chef-d'œuvre immortel ; mais peu de chercheurs plus laborieux se sont appliqués plus utilement à reconnaître le terrain sur une plus vaste étendue, à montrer le chemin dans tant de directions à la fois, à aider et à encourager tous les progrès.

Par son enseignement, ses conseils, son appui, il a rendu à la science et aux savants des services qui honorent sa mémoire. Mais à l'estime pour les talents du penseur et de l'écrivain, il faut joindre le respect et la vénération qu'inspirent un noble caractère et tous les dons du cœur, plus rares peut-être et à coup sûr plus précieux que ceux de l'esprit.

J. Thirion, S. J.

L'ENSEIGNEMENT

DES

SCIENCES BIOLOGIQUES

AUX ÉTATS-UNIS

LABORATOIRES MARITIMES

Les journaux quotidiens nous ont apporté la nouvelle de la création prochaine, à Ostende, d'une station zoologique à l'instar de celle de Naples (1). Après avoir fait le tour du monde, après avoir été adoptée par tous les pays civilisés, on va donc réaliser dans notre pays une idée qui en était partie. Il y a un demi-siècle, en effet, que P. J. Van Beneden, professeur de zoologie à l'Université de Louvain, s'établissait à Ostende pour étudier la faune de la mer du Nord, et y organisait un petit laboratoire qui reçut la visite des zoologistes les plus éminents.

Cet illustre savant avait compris quel vaste champ d'exploration presqu'entièrement inconnu, la mer offrait aux naturalistes. N'est-ce pas là qu'il trouva les matériaux abondants qui servirent à la confection des immortels travaux qui ont illustré son nom et sa Patrie ? Plus tard, un naturaliste allemand, le professeur Dohrn, conçut et réalisa, avec

(1) Voir dans cette REVUE, t. XXV, 1889, *Les Stations zoologiques des bords de la mer*, par A. Buisseret, pp. 42-75, 446-470.

le concours des gouvernements des principales nations civilisées, un institut international appelé *Station zoologique* de Naples, qui a servi de modèle à toutes celles qu'on a créées depuis un peu partout. Leur utilité devint bientôt de plus en plus manifeste, en proportion des services rendus à toutes les sciences biologiques. On en compte maintenant au moins une cinquantaine établies au bord de la mer, sur les lacs, voire même sur les rivières. La Station de Naples, à l'entretien de laquelle le gouvernement belge contribue par une allocation annuelle de 2500 francs, est sans contredit une des mieux organisées ; et les savants qui la dirigent ont à cœur de la maintenir au premier rang. Un naturaliste belge est désigné tous les ans par l'Académie pour y occuper une table de travail, et l'on peut affirmer, sans crainte d'être démenti, que tous ceux qui ont passé par l'établissement de Naples, en ont rapporté le meilleur souvenir et le plus grand profit.

La Station comprend deux départements bien distincts : 1° un aquarium dans lequel on entretient, pour le public, les spécimens les plus curieux de la faune et de la flore marines du Golfe : poissons, mollusques, crustacés hydres, coralliaires, actiniaires, vers, céphalopodes, algues, etc. ; 2° une série de laboratoires, où les naturalistes ayant déjà fourni des preuves de leurs aptitudes, trouvent toutes les facilités pour continuer des recherches commencées ou en aborder de nouvelles sur les matériaux si riches et si variés de la faune méditerranéenne. Des zoologistes, des botanistes, des physiologistes de toutes nationalités, se donnent rendez-vous à Naples et y créent un milieu scientifique unique au monde, où se nouent, au profit de la science, des relations de confraternité scientifique. Elle mérite bien le nom de *Station internationale*, car toutes les nations civilisées, sauf la France, ont reconnu sa haute valeur scientifique et les services immenses qu'elle a rendus à la biologie.

La plupart des pays qui subventionnent actuellement la

Station de Naples ont chez eux des stations zoologiques ; ils n'en continuent pas moins à envoyer leurs naturalistes en Italie. Nous espérons que la Belgique suivra leur exemple et qu'elle ne supprimera pas la table dont elle dispose à Naples, sous prétexte que nous aurons une station zoologique nationale.

L'institution de Naples, grâce à son caractère nettement international, ne saurait, à notre avis, servir de modèle à la future Station belge ; nous ne nous trouvons pas dans les conditions géographiques, financières, scientifiques nécessaires pour aspirer à réaliser, à Ostende, ce que les Allemands ont créé à Naples, ce serait tenter l'impossible. Notre Station doit être nationale avant tout, et les modèles du genre doivent être cherchés, non pas en Europe, mais en Amérique, à Wood's Holl et à Cold Spring Arbor.

Le but de cet article est de faire connaître ces deux stations trop ignorées sur notre continent, et de rechercher de quelle manière nous pouvons les imiter en Belgique.

Les renseignements qui vont suivre ont été recueillis au cours d'une mission en Amérique dont M. le ministre de l'Instruction publique nous avait chargé; nous avons utilisé aussi les deux programmes que ces stations envoient annuellement à tous les établissements d'instruction des États de la Confédération.

I

LE LABORATOIRE DE BIOLOGIE MARITIME DE WOOD'S HOLL

Le laboratoire de Wood's Holl a été ouvert aux étudiants et aux chercheurs pendant l'été de 1888. Il était, au début, exclusivement consacré à la zoologie ; il com-

prend actuellement quatre départements distincts, parfaitement organisés.

Les fonds d'organisation et d'entretien ont été et sont encore fournis à l'heure actuelle par l'État et par trente-cinq universités, collèges, sociétés d'Histoire naturelle et académies ; mais l'Université de Chicago y exerce une influence prépondérante.

Wood's Holl est situé sur la côte nord de l'État de Massachusetts, à deux heures de chemin de fer de Boston ; on peut y arriver aussi de New-York par bateau.

La situation au point de vue scientifique est exceptionnellement avantageuse. La côte y est très accidentée, très pittoresque : collines, langues de terre, plaines, ruisseaux, cavernes, baies, îles font des environs de Wood's Holl un coin de terre excessivement varié. Aucune rivière n'y charrie des eaux de pollution ; la faune et la flore y sont d'une richesse remarquable et le climat très propice à une station estivale éloignée des villes de bains et soustraite ainsi aux inconvénients et aux distractions d'un voisinage mondain et bruyant.

Elle comprend quatre bâtiments à deux étages, entièrement séparés les uns des autres. Cinquante chambres sont à la disposition des savants qui y font des recherches personnelles, sept grands laboratoires sont réservés à l'enseignement. Tous ces laboratoires sont pourvus d'aquariums d'eau douce et d'eau salée, d'appareils pour la récolte des animaux, de verroterie, réactifs, etc. Toutefois, en dehors des travaux spéciaux du laboratoire, la station ne fournit pas l'alcool nécessaire à la conservation des animaux que l'on désire emporter. Il en est de même des réactifs coûteux tels que les chlorures d'or et de platine, l'acide osmique, etc.

Des microscopes et des microtomes se trouvent dans les laboratoires destinés aux commençants ; ceux qui entreprennent des recherches particulières dans les laboratoires privés doivent apporter leurs instruments.

L'établissement possède un vapeur, des canots, des dragues et tout l'outillage nécessaire à la récolte et à la capture du matériel vivant destiné aux cours et aux recherches.

La bibliothèque est pourvue des principales revues bibliographiques et des publications périodiques les plus importantes de zoologie et de botanique, en séries complètes pour la plupart. Les hôtes de la Station ont en outre toute facilité pour emprunter des livres à la bibliothèque de la Société d'Histoire naturelle de Boston qui n'est pas très éloignée.

L'accroissement de la bibliothèque s'opère aussi avantageusement par les ouvrages que les auteurs envoient en hommage.

Un musée est spécialement organisé pour la conservation des dissections les mieux réussies dans les classes de zoologie; elles sont utilisées plus tard par les étudiants, et servent à les guider dans leurs travaux. Il contient, en outre, les représentants de la faune des environs et du pays.

On y conserve aussi, avec beaucoup de soin, une collection de préparations microscopiques, concernant l'histologie, la cytologie, l'embryologie, des objets montés *in toto*, etc. Toutes choses qui peuvent être de grande utilité et d'un grand secours dans les travaux de laboratoire. Quel est, en effet, le chercheur qui n'accumule pas, au cours de ses travaux sur un sujet donné, une foule de préparations qui, une fois les résultats des recherches publiés, ne lui sont plus d'aucune utilité? Ces préparations ont cependant une grande valeur comme termes de comparaison. On les conserve et chaque année dans les classes d'embryologie on complète des séries entières de coupes d'embryons de poissons, de grenouilles, amblystoma, etc.

Toutes ces séries de préparations constituent une collection d'une valeur inestimable, à la formation de laquelle chacun peut être appelé à concourir, pour le plus grand bien de l'enseignement des années suivantes.

Un herbier de toutes les plantes des environs est également en formation ; il contient un grand nombre d'algues et de champignons ; il est surtout riche en cryptogames et l'on accepte avec reconnaissance toute contribution tendant à le compléter.

Chaque année les principales leçons professées pendant la session d'été sont publiées en un volume illustré de nombreuses figures explicatives. Ce sont toujours des exposés complets et parfois détaillés de questions scientifiques d'actualité, traitées par des savants spécialement compétents qui ont fait de ces questions le sujet spécial de leurs recherches.

Cette revue intitulée THE BIOLOGICAL LECTURES OF WOOD'S HOLL est publiée depuis 1890. Les naturalistes américains les plus renommés collaborent à cette publication à peu près introuvable dans les bibliothèques belges.

Il en est de même du BIOLOGICAL BULLETIN, revue périodique publiée sous les auspices du laboratoire américain.

Ce bulletin insère tout travail, ou communication préliminaire, concernant la biologie générale, la physiologie et la botanique. On y trouve aussi occasionnellement des revues générales et des résumés des leçons données à Wood's Holl.

Enfin un département spécial est organisé pour faciliter le travail des professeurs, des instituteurs et de tous ceux qui désirent se procurer des matériaux destinés à l'enseignement ou à l'installation des musées.

Tous les types généralement employés pour l'enseignement zoologique et botanique tels que algues, éponges, hydroïdes, étoiles de mer, oursins, vers marins, crustacés, mollusques, petits vertébrés marins, etc., sont toujours récoltés en stocks, pour pouvoir être fournis sur commande, pourvu toutefois qu'on veuille en faire la demande quelques jours d'avance. Il en est de même des collections séchées et préparées de matériaux botaniques : champignons, algues, etc.

La Station comprend quatre départements : la zoologie, l'embryologie, la physiologie, la botanique. Dans chacun d'eux des cours de vacances sont organisés. Nous en donnerons plus loin les programmes. Ils n'ont nullement la prétention de remplacer ceux des universités ; ils en sont plutôt le complément naturel.

C'est dans l'organisation de ces cours de vacances que les Stations américaines méritent surtout d'être imitées. En donnant à leur enseignement un caractère pratique, qui n'a pas encore été réalisé ailleurs, à notre connaissance, elles ont pris une initiative qui mérite d'attirer l'attention de tous les biologistes.

DÉPARTEMENT DE LA ZOOLOGIE

Les zoologistes qui fréquentent la Station de Wood's Holl se répartissent en trois catégories :

a) Les commençants et ceux qui ont des notions de zoologie élémentaire purement théoriques.

b) Ceux qui ont des connaissances de zoologie générale suffisantes pour entreprendre, sous la direction des professeurs, des recherches sur un sujet particulier.

c) Ceux qui sont reconnus capables de travailler seuls.

C'est pour les deux premières catégories que les cours sont organisés.

1° Enseignement zoologique

Ce cours est une introduction à la zoologie marine : il offre aux instituteurs, aux professeurs, aux étudiants, aux commençants l'occasion d'étudier, sur les animaux vivants, la matière que l'on enseigne dans la plupart des collèges, soit d'une manière purement théorique, soit en recourant à des matériaux conservés pour la démonstration.

L'utilité pour le professeur de pouvoir étudier l'animal

vivant est manifeste. La signification des différents organes apparaît plus clairement et l'on peut mieux saisir la précision avec laquelle chaque animal est adapté aux conditions de sa vie. Si l'on n'a jamais vu fonctionner leur système ambulacraire, peut-on se faire une idée exacte de la locomotion des échinodermes en regardant les étoiles de mer flasques et décolorées qui échouent sur nos plages, après une tempête? Peut-on concevoir le déplacement des mollusques bivalves quand on n'a pas vu les bonds énormes que font les pectens, et les autres lamellibranches? Le squelette siliceux ou calcaire des éponges, des coralliaires suffit-il à nous faire connaître l'animal vivant ?

L'enseignement comprend des travaux de laboratoire, des leçons et des excursions.

Les formes typiques sont étudiées au laboratoire ; on donne une attention spéciale à leur anatomie comparée, à certains points particuliers concernant leurs mœurs, leur biologie, la fonction de certains organes, pour autant que tout cela soit susceptible de démonstration.

Les connaissances acquises ainsi par l'étude de ces formes typiques servent de base à l'étude des formes voisines, dont on peut facilement obtenir un matériel considérable.

Une série de leçons données par le corps professoral sur les formes étudiées au laboratoire, coordonnent les faits observés et mettent leur signification en lumière. Un certain nombre de leçons sont en outre données par des spécialistes, sur des sujets zoologiques d'actualité, ou présentant un intérêt particulier pour ceux qui suivent les cours.

Les excursions sont un des traits caractéristiques importants de ce cours ; elles permettent aux étudiants d'observer de plus près la vie des animaux étudiés, car elles n'ont pas seulement pour but la récolte, mais surtout l'observation de la faune dans ses conditions naturelles.

Pendant ces excursions, on parcourt les côtes, les bas-fonds, on surveille les marées, on interroge les épaves et les bois flottants, on étudie les produits de la drague, etc.

Aucune instruction zoologique antérieure n'est requise pour pouvoir être admis à ce cours. Le laboratoire fournit les matériaux pour les dissections, les instruments, la verroterie, les réactifs. On paye une légère rétribution pour l'usage du microscope; mais ceux qui en possèdent un sont priés de s'en munir.

2° Recherches sous la direction des professeurs

Tous ceux qui, s'occupant de sciences biologiques, ont dirigé pendant quelque temps un laboratoire de recherches, savent combien sont difficiles parfois les débuts d'un travail personnel et avec quelle facilité se découragent les jeunes gens que l'on place pour la première fois en face d'un sujet à explorer. Combien délaissent les travaux commencés et abandonnent finalement le laboratoire ! Quelques essais infructueux, une insuffisance d'habileté technique, la non-compréhension du but à atteindre rebutent trop souvent des jeunes gens même animés des meilleures dispositions, mais insuffisamment armés de patience et d'énergie. En ce temps d'utilitarisme à outrance, si florissant en Europe aussi bien qu'en Amérique, les amateurs de recherches purement spéculatives sont rares, et le goût des travaux dont on n'aperçoit pas immédiatement le côté pratique et utilitaire, doit être plus que jamais éveillé et stimulé.

C'est en vue de remédier à ces inconvénients que les professeurs américains ont organisé ce cours de recherches sous la direction d'hommes particulièrement compétents.

Le maître s'y trouve en contact continuel avec l'élève, l'aide de ses conseils et de son expérience, met son habileté technique au service des hésitations du début et s'efforce par tous les moyens de lui communiquer le feu sacré de la recherche scientifique.

Ceux qui débutent dans les travaux zoologiques occupent des tables dans le laboratoire spécialement réservé aux recherches et peuvent y travailler sur des sujets qu'ils choisissent eux-mêmes ou qui leur sont suggérés par les professeurs.

La direction des travaux est ordonnée de telle façon que chaque professeur soit spécialement chargé d'un ou de quelques étudiants seulement, s'occupant d'un sujet compris dans le champ de ses recherches personnelles.

Dans certains cas on réunit des aptitudes diverses pour les faire coopérer à la composition de travaux monographiques. On choisit par exemple une forme animale appropriée, et l'on distribue, à un nombre suffisant de travailleurs, les problèmes variés qui concernent sa structure anatomique et histologique, son développement et son histoire naturelle ; chacun est responsable de la partie qu'il a entreprise. Les résultats sont publiés séparément sous le nom de leurs auteurs.

La monographie d'un annélide marin est en bonne voie d'achèvement. On possède actuellement le matériel suffisant pour entreprendre la monographie du pigeon et certaines parties du travail sont déjà entamées.

Nul n'est admis à occuper une table de travail, s'il n'a suivi les cours d'embryologie et de zoologie ; il faut aussi qu'il soit capable de lire l'allemand et le français.

3° Recherches indépendantes

Cinquante chambres sont mises, à titre gracieux, à la disposition de ceux qui veulent entreprendre des recherches personnelles. Les naturalistes qui désirent les occuper pendant l'été, ou pendant une partie de l'année, doivent adresser leur demande au Directeur, en indiquant la durée probable de leur séjour et leurs besoins spéciaux. Il est bon de s'y prendre à temps, surtout pendant les mois de juillet et d'août, car pendant les vacances elles sont toujours toutes occupées.

Voici les noms de quelques professeurs qui ont participé à l'enseignement pendant l'année 1900 :

MM. *E. G. Conklin* Philadelphie, *F. R.* et *R. S. Lillie* Chicago, *T. H. Montgomery* Philadelphie, *J. P. Moore* Philadelphie, *A. P. Morrill* Hamilton College, *Murbach* Detroit, *Neal* Knox College, *W. Patten* Darmouth College, *Withman* Chicago ont dirigé les recherches originales.

MM. *Gilman Drew* Maine, *C. Curtis* Baltimore, *Rob Hall* Yale Univ., *J. Mac Gregor* New-York, *Budington* New-York, *Grave* Baltimore ont donné l'enseignement zoologique.

DÉPARTEMENT DE L'EMBRYOLOGIE

Chacun sait quelle brillante pléiade d'embryologistes a surgi en Amérique pendant ces dix dernières années. Il faut en rechercher la cause dans l'organisation des cours d'embryologie de Wood's Holl, et dans l'étude systématique et quasi ininterrompue des premiers stades de développement sur un grand nombre d'animaux marins.

Tandis qu'en Europe, pour enseigner l'embryologie, nous devons faire constamment appel à l'imagination de nos élèves, pour leur représenter la topographie et les mouvements des premiers blastomères, la formation de la morula, blastula, l'arrangement des premiers feuillets, etc., les naturalistes américains suivent tous ces phénomènes pas à pas, sur le vivant d'abord, et ils complètent les données certaines ainsi obtenues, par l'étude de séries de coupes microtomiques à travers les divers stades observés.

Pour pouvoir enseigner l'embryologie générale de cette manière, il fallait nécessairement s'établir au bord de la mer et avoir sous la main un matériel abondant ; mais aussi, quel immense avantage découle de cette situation : chaque élève peut reproduire pour son propre compte, les

expériences que nos professeurs seuls réalisent au fond de leurs laboratoires privés ! Arriver à faire répéter par une classe entière, les observations qui ont demandé, à celui qui les a faites le premier, de longues semaines pour en saisir toutes les particularités ; voilà certes une tentative hardie, à laquelle nous sommes loin de pouvoir penser en Europe.

Il faut avoir suivi auparavant un cours de zoologie pour pouvoir être admis à ces leçons pratiques. Elles sont spécialement destinées à ceux qui désirent prendre une vue d'ensemble des problèmes embryologiques et se perfectionner dans la technique particulière à cette science. Elles sont des plus utiles aux étudiants et aux professeurs des collèges, et peuvent servir aussi d'introduction aux recherches personnelles.

On y complète les cours habituels de l'université, en ce sens qu'on accorde une attention toute spéciale aux questions générales, ce qui, comme nous venons de le dire, ne peut se faire dans de bonnes conditions qu'au bord de la mer et sur un matériel vivant particulièrement abondant sur les côtes, pendant la saison d'été. Il y a huit ans que ce cours a été inauguré et, chaque année, il a été suivi par un nombre considérable d'étudiants, de gradués des universités les plus importantes de l'Amérique, par des professeurs et des élèves des principales facultés de médecine, par des professeurs d'enseignement moyen et même par des amateurs qu'aucun intérêt professionnel n'y avait amenés.

Le programme comprend l'étude de la fécondation, des différents types de clivage, des grandes lignes du développement des vertébrés et des invertébrés.

On insiste spécialement sur les méthodes expérimentales et l'on s'attache surtout à la formation générale de l'embryon. L'étudiant peut y répéter les expériences mémorables de Loeb, Morgan, Wilson, Driesch et autres, et il lui est loisible de s'exercer à la critique personnelle des théories récentes du développement et de l'hérédité.

Après l'étude de l'œuf vivant se place un cours complet d'exercices sur les méthodes propres à tuer, fixer, colorer, monter et couper les objets inclus dans la paraffine et la celloïdine. Ces méthodes sont en tous points applicables aux recherches zoologiques et médicales. Pour ceux qui sont au courant de leur pratique, d'autres sujets d'étude sont prévus. Le cours commence par l'étude des œufs de *fundulus* (un véron commun). Ils sont fécondés artificiellement au laboratoire et, jour par jour, l'étude de l'œuf vivant est poursuivie jusqu'à la formation de l'embryon. Les comparaisons portent d'abord sur les œufs transparents de certains poissons marins, offrant les meilleurs types pour l'étude du développement des vertébrés, puis sur des œufs plus gros afin de constater les modifications importantes introduites dans le développement par l'abondance plus ou moins grande du vitellus. L'œuf de la raie sert à montrer les conditions spéciales du développement qui conduisent aux types plus élevés.

Des expériences sont entreprises pour élucider les lois et la signification du clivage ; c'est au cours de celles-ci que l'on procède à la fixation du matériel en vue des recherches ultérieures.

Les œufs d'oursins, de mollusques, d'annélides, servent aussi de matériel de travail à l'occasion, et sont étudiés vivants, au double point de vue du développement normal et expérimental. Cette partie du travail permet de formuler par comparaison les principes généraux déjà étudiés. Autant que possible l'étude de chacune des formes est accompagnée de leçons données par des professeurs qui ont fait de cet objet le sujet spécial de leurs recherches. MM. Withman, Loeb, Conklin, Morgan, Lillie, Strong, Crampton, Treadwell, Mead, Clapp, ont pris part à cet enseignement.

Le reste du cours comprend l'étude systématique de la technique appliquée aux objets déjà mentionnés; enfin on consacre les dix derniers jours à l'étude des œufs de batraciens.

Un résumé tracé à grands traits sert de guide au travail de laboratoire ; on tient compte dans sa rédaction de l'expérience acquise au cours des années précédentes.

Tous les élèves peuvent emporter des séries complètes des stades étudiés, en vue de recherches ultérieures.

Ceux qui désirent suivre ce cours doivent au préalable établir qu'ils ont reçu une préparation suffisante et apporter autant que possible les instruments suivants : un microscope composé avec condensateur, diaphragme-iris, etc. ; un microscope à dissection, microtome, chambre-claire, un rasoir ou un bon couteau de microtome.

On peut toutefois se procurer à la station un bon microscope et ses accessoires pour la durée de la saison, moyennant 25 francs. Les livres suivants sont de grande utilité : O. Hertwig, *Embryologie*, et E. B. Wilson, *La Cellule dans le Développement et l'Hérédité*.

On trouvera, à la fin de cet article, le programme des cours donnés en 1900.

DÉPARTEMENT DE LA PHYSIOLOGIE

La tendance actuelle des recherches physiologiques vers l'établissement d'une physiologie générale et comparative a déterminé la création, à la station biologique de Wood's Holl, d'une série de leçons théoriques accompagnées de travaux expérimentaux, dans lesquels les conquêtes et les méthodes de la physiologie comparée puissent être étendues à un plus grand nombre d'espèces animales.

On peut concevoir la physiologie comparée de plusieurs manières. L'une d'elles consiste à faire, dans chaque groupe d'animaux, une répétition de la physiologie humaine actuelle.

La véritable physiologie comparée est, dans l'opinion du professeur Loeb, quelque chose d'absolument différent de la physiologie ainsi comprise. Le problème qu'il s'agit de

résoudre est en réalité de faire comprendre les phénomènes variés de la vie. La vie physiologique des êtres multicellulaires étant la résultante de la vie des millions de cellules dont ils sont formés, pour bien connaître cette résultante il importe avant tout d'avoir des données précises sur la vie des composantes et d'étudier les manifestations vitales de chacune de ces cellules dans les êtres unicellulaires.

La physiologie comparée étant une analyse continue de phénomènes vitaux, il est logique d'aller du simple au composé, des êtres unicellulaires aux mieux organisés, aux colonies de cellules, aux êtres multicellulaires. Pour arriver à des conclusions générales, il y a toujours avantage à recourir aux êtres les plus simples dans l'expérimentation : quand, par exemple, chez un être d'organisation supérieure, la démonstration d'un phénomène est rendue quasi impossible par la complication du mécanisme de l'organe qui le produit, mécanisme qui se détraque sous l'influence des conditions de l'expérience, vivisection, etc., on réussit parfois avec la plus grande facilité, en recourant à des formes moins compliquées plus accessibles à l'expérimentateur. Or, dans l'immense variété des formes du règne animal, la nature nous a en quelque sorte préparé un grand nombre d'expériences que nous réalisons au moyen de vivisections et sans les désavantages de cette méthode. Nous pouvons par exemple étudier l'automatisme du mouvement des tissus contractiles, d'une manière beaucoup plus facile, dans la cloche pulsatile d'une méduse que dans le cœur des vertébrés. Au moyen d'un seul coup de ciseaux, nous pouvons, chez la méduse, opérer sur un tissu contractile privé de nerfs, sans avoir à faire une vivisection. L'influence du besoin d'oxygène sur le protoplasme, peut être étudiée aussi à un point de vue comparatif. Des transformations chimiques qui s'opèrent dans une grande masse de cellules similaires, on peut inférer que les cellules entièrement privées d'oxygène

subissent des dédoublements hydrolytiques au cours desquels des corps insolubles se dissolvent. En plaçant sous le microscope certains infusoires ou certains œufs en développement, on peut assister aisément à ces transformations et observer la dissolution des membranes et autres parties solides, jusqu'à la complète désorganisation de la cellule.

Les problèmes de cette nature ne sont pas les seuls que la physiologie générale et comparée puisse aborder. Les causes de la différentiation cellulaire, la manière dont une espèce animale atteint sa forme particulière par le développement de l'individu, constituent un champ très vaste, qui a été jusqu'à présent presqu'entièrement négligé par les physiologistes. Ce n'est pourtant qu'avec l'aide de la physiologie expérimentale qu'on arrivera à découvrir pourquoi une masse donnée de cellules se développe en un organe donné, dans une situation déterminée, et avec une forme particulière.

L'étude de ces phénomènes de développement et d'organisation, qui a pris une si grande extension dans ces dernières années, doit former sans aucun doute une partie importante d'un cours de physiologie comparée. Mais pour réaliser cette conception de la physiologie telle que nous venons de l'esquisser, un laboratoire de biologie maritime est indispensable ; car pour les observations expérimentales d'embryologie, on doit s'en tenir presqu'exclusivement aux formes marines.

Aucune université ne peut espérer établir un cours de physiologie comparée proprement dite, ou de pathologie comparée, sans laboratoires maritimes ; car ils sont beaucoup plus nécessaires au physiologiste qu'à l'anatomiste et à l'embryologiste. Ces derniers peuvent utiliser des matériaux conservés, le physiologiste doit se servir de matériel vivant. Les Américains ont depuis longtemps reconnu cette nécessité et ils ont organisé un peu partout des laboratoires au bord de la mer.

Nous croyons que le laboratoire de biologie maritime de Wood's Holl remplit les conditions les plus favorables à l'étude de la physiologie comparée et de la pathologie, d'abord à cause de son outillage parfait et des multiples moyens qu'on y trouve pour se procurer les animaux marins; ensuite et surtout parce que, depuis longtemps, il a été le principal rendez-vous de tous les biologistes américains. Depuis plusieurs années déjà, des cours d'anatomie comparée, d'embryologie, de botanique y sont organisés; et l'on ne saurait assez apprécier la valeur d'une étroite association de ces sciences avec la physiologie comparée.

Le premier cours a été donné en 1899; il était naturellement purement expérimental, et, selon que l'indiqueront l'expérience et le développement de la science, il subira des modifications d'année en année.

Le travail se continue pendant six semaines. Quinze jours sont consacrés à la physiologie du développement et de l'organisation. On expérimente d'abord l'influence des divers facteurs du milieu (lumière, chaleur, pesanteur, facteurs chimiques) sur les causes déterminant, dans l'organisme, le développement organogénétique, et l'on suit pas à pas les transformations que subit un animal, au cours du développement, pour atteindre sa forme définitive. On accorde une attention spéciale à la régénération chez les animaux, et à l'influence de certains facteurs externes tels que le besoin d'oxygène, la température, les ions sur le protoplasme.

Vient ensuite une étude expérimentale des tropismes animaux (géotropisme, héliotropisme, stéréotropisme, chimiotropisme, galvanotropisme) sur les formes animales suivantes : copépodes, vers, limules (larves), larves d'arénicoles, œufs d'*arbacia*, de *fundulus*, la crevette, etc.

Une semaine du cours est consacrée à l'étude comparée du système nerveux central. Les phénomènes d'automatisme, de coordination, les réflexes, la transmission de l'influx nerveux indépendamment des nerfs, les réactions

aux mutilations, sont démontrés sur plusieurs espèces animales.

Grâce au nombre immense et à la variété des espèces disponibles, des facilités extraordinaires sont offertes pour entreprendre des travaux personnels sur ces différents sujets.

La physiologie comparée des corpuscules, des protéides, du pigment du sang, sa coagulation sont étudiées sur divers animaux, entre autres sur l'étoile de mer, l'oursin, le *scycotypus*, le homard, la limule, les squales.

Les divers mécanismes de la sécrétion sont, autant que possible, démontrés sur des glandes d'invertébrés.

L'application de la chimie physique à la physiologie est l'objet d'une attention toute spéciale, surtout en ce qui regarde la dissociation et les effets des ions. Le but principal du cours n'est pas de répéter une série d'expériences, mais plutôt de stimuler les recherches originales en vue d'accroître nos connaissances en physiologie générale. A tous ceux qui trouvent un intérêt spécial dans l'une ou l'autre partie du programme, on fournit les plus grandes facilités de travail, on les pourvoit de chambres et de tables séparées.

Les travaux de laboratoire sont complétés par des leçons quotidiennes données par les professeurs et par d'autres physiologistes.

Les étudiants doivent être munis d'un microscope, d'une trousse d'instruments pour dissection ; le reste : appareils, verroterie, réactifs sont fournis par le laboratoire.

Le programme des cours pour 1900, que l'on trouvera ci-après, donne une idée suffisante de la matière traitée et de la méthode suivie. Le corps professoral était composé de MM. *Jacques Loeb* Chicago, *E.P. Lyon* Rusch Medical College, *Albert Mathews* Haward Medical School, *Gaylord Clarck* Syracuse, *W. Greene* Université de Missouri, *Walter Garrey* Cooper Medical College San-Francisco.

DÉPARTEMENT DE LA BOTANIQUE

Le département de botanique a organisé trois cours pratiques avec herborisations, accompagnés de leçons théoriques : 1° botanique cryptogamique ; 2° botanique phanérogamique ; 3° physiologie végétale. Toutes facilités sont en outre données aux étudiants avancés pour entreprendre des recherches cytologiques sous la direction de professeurs engagés eux-mêmes dans ce genre d'études.

Ce département possède un local spécial, avec deux grands laboratoires et de nombreuses chambres pour recherches particulières. Tous sont pourvus d'eau courante douce et salée, de verroterie et des réactifs usuels. L'outillage spécial à la physiologie comprend des balances de précision, des étuves à dessiccation et un assortiment de réactifs chimiquement purs. Pour les travaux de cytologie, les laboratoires sont pourvus de microtomes, bains de paraffine, réactifs usuels pour la fixation et la coloration des matériaux. En adressant sa demande d'admission, il faut spécifier quel cours du programme on désire suivre et le genre de recherches que l'on se propose d'entreprendre.

L'organisation des cours est telle que l'étudiant peut, s'il le veut, consacrer tout son temps à l'un d'eux ; toutefois l'ordre du jour est distribué de façon qu'on puisse en suivre plusieurs simultanément.

1° Botanique cryptogamique

La situation exceptionnelle de Wood's Holl est très avantageuse pour l'étude des algues marines ; c'est pourquoi on consacre les quatre premières semaines du cours à l'étude des types principaux trouvés dans les environs.

Ceux qui le désirent peuvent employer tout leur temps à l'étude des plantes marines, sous la direction du profes-

seur Davis. Afin de donner aux leçons une portée plus générale, on les complète, pendant les quinze derniers jours, par l'étude de types choisis de champignons et de cryptogames supérieurs.

Aux étudiants qui désirent se consacrer spécialement à ce groupe, le professeur Moore offre un cours de six semaines sur les champignons. Une grande partie du temps peut être attribuée aux formes d'apparence charnue, ou bien, l'étudiant peut entreprendre l'étude des types microscopiques et s'adonner surtout aux méthodes générales du travail de laboratoire qui accompagnent leur culture.

2° Botanique phanérogamique

Un des principaux objectifs de ce cours, donné par le professeur H. Shaw, est l'étude au dehors des plantes florales et spécialement de leurs associations.

Concurremment avec les herborisations, des leçons théoriques et des travaux pratiques sont organisés dans le but de donner aux élèves une vue d'ensemble très large de la botanique des phanérogames.

La physiographie de Wood's Holl et des environs présente une grande variété d'aspect, favorable aux recherches écologiques. On y trouve des marais salés, des plages, des hauteurs stériles, des bois profonds et touffus avec des marécages à *sphagnum*. Les nombreux étangs d'eau douce des environs ont une flore riche et variée. Les îles Elisabeth, de quatorze lieues de pourtour, sont remplies d'endroits favorables aux herborisations. D'autres îles sont plus ou moins arides, quelques-unes même sans arbre. Cette flore continuellement soumise au vent et à la tempête renferme un bon nombre de plantes très caractéristiques.

3° Physiologie végétale

Dans ce cours, on aborde d'une manière expérimentale les faits caractéristiques les plus essentiels de l'activité

végétale. Les formes marines aussi bien que terrestres sont mises à contribution comme objets d'étude, dans le but de familiariser l'élève avec les manifestations vitales des plantes qu'on ne peut d'ordinaire observer dans les laboratoires.

Le cours comprend des expériences sur les sujets suivants : nature et importance des propriétés osmotiques chez les plantes ; agents provoquant la désorganisation du protoplasme, température, électricité, poisons, etc.; la nutrition dans ses processus synthétiques et analytiques ; l'irritabilité et ses manifestations sous l'influence de la lumière, de la température et des autres conditions extérieures.

Les étudiants qui ont déjà reçu une préparation élémentaire sont qualifiés pour suivre ce cours. Des travaux personnels sont proposés par les professeurs aux étudiants avancés qui désirent faire une étude détaillée de quelque point spécial de ce programme. Le laboratoire offre de nombreuses facilités pour les travaux de recherches, sur des sujets d'importance bien limitée, pouvant être menés à de bons résultats pendant la durée de la session. On ne confie naturellement de pareils travaux qu'à ceux qui y sont convenablement préparés. Les sujets énumérés plus haut sont traités dans une série de quinze leçons.

On poursuit actuellement avec une véritable fièvre la solution des nombreux problèmes qui se rattachent à l'activité cellulaire pendant la fécondation et la reproduction dans le règne végétal et animal. Les travaux cytologiques sont les plus en faveur pour le moment. Si les étudiants veulent y consacrer tout leur temps, ils peuvent le faire sous la direction de MM. Davis et Lawson dont les travaux sur la matière sont bien connus. L'activité nucléaire pendant la division, la structure du protoplasme, dans divers types de plantes tels que les lis, *anthoceros*, *sphacelaria*, *fucus* et dans une foule d'algues, de champignons, sont autant de sujets d'étude offerts aux chercheurs.

On donne donc un cours de cytologie générale, mais dans un but particulier : celui d'enseigner en même temps la pratique de toutes les méthodes techniques employées en cytologie végétale.

Pour permettre aux étudiants de suivre les leçons théoriques, en attendant qu'ils soient maîtres de la technique, on met à leur disposition des séries de préparations microscopiques qui sont la propriété du laboratoire.

Pendant la session, les hôtes du laboratoire, les professeurs donnent des conférences sur des sujets d'ordre général ou sur les résultats de leurs recherches. Ces réunions, à l'instar de ce qui se pratique dans les séminaires, sont suivies d'une discussion publique, à laquelle tous les membres présents sont invités à prendre part.

Voici la série des conférences qui ont été données pendant la session de 1900 : H. True, *La réaction des algues aux solutions*. — H. Cowles, *L'influence des roches souterraines sur la végétation* et *Les Dunes de sable et leurs végétations*. — Ch. Schaw, *Cleistogamie chez Polygala*. — George Moore, *Le polymorphisme des Chlorophycées*. — D. P. Penhallow, *Cordaïtes* et *Démonstration des tissus chez une plante fossile*. — Erwin Smith, *Quelques maladies bactériennes des plantes*. — H. Campbell, *Quelques travaux récents sur les gamétophytes des spermatophytes*. — Jh. Mac Farlane, *La baie Plum, ses aspects morphologiques et économiques*. — T. Swingle, *Caprification, étude de symbiose*. — B. M. Davis, *La morphologie et la physiologie du Kinoplasma*.

II

LE LABORATOIRE BIOLOGIQUE DE COLD SPRING ARBOR

Ce laboratoire a été fondé par le Musée d'Histoire naturelle de Brooklyn, dans le but spécial de compléter l'édu-

cation scientifique du personnel de l'enseignement primaire et moyen. Son organisation est cependant suffisamment parfaite pour être fréquentée aussi par les étudiants et les professeurs d'université qui y trouvent les plus grandes facilités de travail.

En Amérique, dans l'enseignement moyen, toutes les sciences naturelles sont enseignées d'une manière pratique. Chaque collège possède des laboratoires de zoologie, de botanique, de physique et de chimie, dans lesquels les élèves s'habituent à la manipulation des objets d'histoire naturelle et à leur étude au moyen des instruments appropriés.

Dans ces conditions, pour que les professeurs et les instituteurs soient à même de donner à leurs élèves une éducation scientifique solide, il est nécessaire de les former d'une manière toute particulière, en leur enseignant les méthodes à suivre pour développer, chez les enfants, l'esprit d'observation.

Le laboratoire est dirigé par un professeur de zoologie de l'Université de Chicago, M. Davenport, assisté d'autres professeurs d'université, de collèges et de conservateurs du Musée de Brooklyn au nombre de quatorze. Ces messieurs ont organisé, pendant les mois de vacances, une série de cours qui durent six semaines ; toutefois, les chercheurs qui désirent s'installer plus tôt au laboratoire peuvent le faire à partir de la mi-juin.

C'est une véritable station biologique, qui comprend divers bâtiments, complètement indépendants et démontables, car on se propose de les déplacer suivant les besoins.

On y trouve : 1° un grand laboratoire pour soixante étudiants, équipé d'aquariums d'eau salée et d'eau douce à circulation continue ; ce bâtiment contient en outre une bibliothèque et des chambres séparées pour les chercheurs occupés de travaux personnels. 2° Un laboratoire plus petit réservé aux savants qui font des recherches spéciales ; il est situé à trois cents mètres du premier et

équipé d'une manière plus complète encore. 3° Un bâtiment où se trouvent les auditoires pour classes, lectures, conférences, réunions de clubs. L'auditoire principal est fourni d'un appareil de projections à la lumière oxhydrique. Dans les souterrains se trouvent des chambres noires pour photographie, entièrement outillées et pourvues d'eau courante. 4° Un réfectoire avec cuisine. 5° Trois maisons pour dortoirs, pouvant recevoir cinquante-deux personnes.

Le laboratoire possède plusieurs bateaux, dont un grand spécialement aménagé pour la drague marine ; des chaloupes, des engins de pêche, des appareils de bactériologie, enfin un magasin où l'on peut se procurer, au prix coûtant, flacons, porte-objets, instruments et réactifs. On prête aussi des microscopes ordinaires et à dissection moyennant une faible rétribution, mais on préfère que chacun arrive muni de ses instruments.

Les professeurs qui désirent emporter du matériel pour leur classe ont toute facilité ; l'alcool de conservation leur est fourni au prix coûtant. Pendant leur séjour à la Station, on met à la disposition des travailleurs tous les moyens de récolter du matériel pour leur compte personnel ou pour les institutions qui les envoient.

Un département spécial a été organisé pour fournir en tout temps le matériel qui lui serait demandé. Les écoles et les collèges peuvent ainsi recevoir, pour un prix modique, plus de trois cents espèces d'animaux et cent cinquante espèces de plantes marines et terrestres dont l'habitat est connu et qui ont été déterminées par les savants de la Station. Il suffit qu'ils s'adressent, dans le courant de l'année scolaire, au chef de ce département spécial qui tient toujours des séries complètes en réserve.

PROGRAMME DES COURS

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les cours de Cold Spring Arbor sont surtout destinés aux instituteurs et aux profes-

seurs de l'enseignement primaire et moyen, aux inspecteurs et à tous ceux qui ont pour mission d'instruire les enfants et les jeunes gens des choses de la nature.

Des cours similaires sont également organisés à Wood's Holl ; nous n'en n'avons rien dit, nous réservant de parler de ces leçons à propos de Cold Spring Arbor où elles sont particulièrement bien comprises et bien exposées. Le niveau scientifique de Wood's Holl est plutôt universitaire; Cold Spring Arbor rappelle plutôt nos écoles normales.

1° Cours élémentaire d'Histoire naturelle

Tout le monde y est admis, aucune connaissance spéciale n'est requise pour le suivre ; on n'y emploie pas le microscope, une simple loupe suffit pour bien observer tout ce qu'on y montre. On y attire spécialement l'attention des auditeurs sur les relations des plantes et des animaux avec le milieu ambiant. Les leçons se donnent donc en grande partie à l'extérieur. On fait d'abord une étude détaillée du terrain que l'on explore, et l'on signale aux auditeurs le genre particulier d'êtres vivants qu'on peut y rencontrer, étant donnée la nature même du terrain exploré; en d'autres termes, on détermine la physiographie de la région.

Les animaux les plus communément trouvés sont étudiés de la manière suivante. Les oiseaux sont examinés au point de vue des caractères spécifiques qui les déterminent; on recherche leur habitat, on s'intéresse à la construction de leurs nids, on mentionne leurs changements de coloration sous diverses influences : époque des amours, plumage saisonnier, albinisme, etc. ; on s'attache à reconnaître leur chant ; on étudie leur régime alimentaire et l'on en déduit des indications précieuses sur leur utilité ou leur nocivité, selon qu'ils sont insectivores, frugivores, etc.

Les insectes sont traités d'une manière analogue ; après les avoir identifiés et leur avoir donné un nom spécifique, on apprend les moyens souvent très spéciaux de les capturer et de les conserver ; on s'étend particulièrement sur les mœurs de certains d'entre eux ; on explique les métamorphoses qu'ils subissent pour arriver à l'état d'insecte parfait ; on mentionne les cas si curieux de mimétisme, les couleurs de protection et d'avertissement ; on fouille leurs habitations et l'on en décrit l'architecture.

Les mœurs et la vie des petits mammifères tels que la taupe, l'écureuil, les petits carnassiers, les rongeurs, sont l'objet d'une attention spéciale.

Pour le règne végétal, on passe en revue les arbres et les arbrisseaux, les herbes et les plantes les plus communes, on apprend à connaître leur nom et leurs caractères spécifiques. On donne une idée sommaire des fonctions de la racine, de la tige, des feuilles, on fait constater l'orientation constante du feuillage vers la lumière ; enfin l'attention des auditeurs est attirée sur les phénomènes de la floraison, de la pollinisation, sur les colonies de plantes, etc.

2° Zoologie, programme d'enseignement moyen

Le but de ce cours plus avancé, plus complet que le précédent, parce qu'il embrasse une plus grande variété d'animaux, est de démontrer la possibilité et l'importance d'introduire dans l'enseignement moyen, l'étude des animaux vivants.

On s'applique d'une manière spéciale à l'étude de leur locomotion, des réactions aux excitants, de leurs relations avec le milieu ambiant, de leur conservation, de leur élevage dans les terrariums, en vue des travaux de laboratoire ; enfin on organise de fréquentes excursions.

On n'y fait pas usage du microscope, car on étudie seulement l'anatomie externe et la vie d'une dizaine de

types choisis parmi les suivants : sauterelle, grillon, papillon, mouche, carabe, fourmi, lithobie, forficule, araignée, homard, écrevisse, crevette, daphnie, néréis, limace, étoile de mer, lombric, grenouille ou crapaud, moineau, etc.

Les étudiants qui auraient déjà des connaissances suffisantes sur ces sujets, peuvent leur substituer l'étude d'autres espèces et leur détermination systématique.

Pendant les excursions on visite les jardins, le bord des routes, des lacs et des étangs, les cours d'eau, les marais, les bois mousseux, les sables, les taillis, les pâturages, les cours des fermes, les baies, les falaises, etc.

3° Anatomie comparée

Ce cours comprend trente leçons accompagnées de travaux de laboratoire sur différents types d'animaux. Ces travaux consistent en exercices de dissection, méthodes de récolte, conservation et préparation des spécimens, en vue de leur utilisation en classe. Il est individuel, chaque étudiant étant libre de se former en vue d'un enseignement approprié aux conditions du milieu dans lequel il se trouve habituellement. Il est spécialement destiné aux maîtres qui se préparent à enseigner la zoologie dans les établissements du degré moyen, aux étudiants qui désirent un cours d'introduction aux études biologiques, et à tous ceux qui, ayant reçu antérieurement des notions théoriques de zoologie, veulent se familiariser avec l'examen et la manipulation des objets vivants. Toutefois aucune formation préalable n'est exigée pour y être admis.

4° Embryologie des invertébrés

Un cours de trente leçons sur l'embryologie générale a été organisé pour les étudiants des universités et pour tous ceux qui ont des connaissances suffisantes de zoologie et d'anatomie des invertébrés.

Il est accompagné de travaux de laboratoire sur les matières suivantes : *a)* la division cellulaire ; *b)* la fécondation, la maturation, la segmentation de l'œuf de différents types ; *c)* l'embryologie des premiers stades de développement dans des types variés tels que hydres, étoiles de mer, oursins, serpules, divers crustacés et mollusques.

Concurremment à ces travaux, on fait une étude de la technique microscopique en ce qui concerne la fixation, l'enrobage, les coupes microtomiques et la coloration des objets.

Les matériaux étudiés sont surtout ceux que l'on recueille dans les excursions et dans les travaux de dragage ; aussi est-il recommandé de faire sa demande d'admission quelque temps à l'avance et de prévenir les directeurs du sujet spécial des recherches qu'on a entreprises, pour leur permettre de diriger les chercheurs dans la récolte du matériel.

5° Entomologie

Le but de ce cours n'est pas de fournir aux élèves une détermination systématique de tous les insectes récoltés ; mais on s'attache surtout à les instruire sur la morphologie générale, la physiologie et les mœurs des insectes.

Les travaux de laboratoire qui l'accompagnent sont plutôt destinés à montrer à grands traits les relations morphologiques et phylogénétiques des divers groupes ; leurs organes des sens, leur structure et leurs fonctions ; la coloration, son développement et sa signification ; les instincts et les mœurs des fourmis, des abeilles, des guêpes, des papillons, des araignées, etc.

6° Variation et Hérédité

Aux étudiants avancés, à ceux que l'on sait capables de recherches originales, on propose la solution des pro-

blèmes nombreux qui ont trait aux questions si discutées de la variation et de l'hérédité : la production des anomalies, les causes naturelles et artificielles de la variation, les lois de l'hérédité. Ceux qui poursuivent ces travaux sont, autant que possible, pourvus de laboratoires particuliers.

7° *Botanique*

a) Cryptogamique. Ce cours est quotidien et s'accompagne de travaux de laboratoire et d'herborisation. Il est destiné aux étudiants qui désirent une introduction à l'étude morphologique des cryptogames. Il porte sur divers types connus de plantes sans fleurs avec indications rapides des homologies de leur mode de reproduction et de celui des plantes florales.

Les myxomycètes, les champignons, les algues d'eau douce et salée sont l'objet d'une étude particulière.

Enfin, on enseigne la manière la plus pratique de se servir des manuels spéciaux pour la détermination des espèces les plus communes.

b) Écologie. Ici les plantes sont considérées dans leurs relations avec le milieu ambiant ; le travail s'accomplit donc surtout au dehors et dans deux directions : 1° on étudie la structure et le développement des divers organes ayant surtout en vue l'explication de leurs fonctions, et l'on s'attache à mettre en lumière les variations produites sous l'influence de l'habitat ; 2° on considère les associations de plantes, les plantes parasites, les lichens, on assiste aux conflits de certaines espèces entre elles et l'on montre les raisons qui décident de la victoire ; on fait comprendre l'adaptation possible des plantes terrestres au milieu marin.

c) Bactériologie. Une série de vingt leçons et plus au besoin est donnée sur les principes généraux de bactériologie ; elles sont naturellement accompagnées de travaux pratiques qui familiarisent avec les méthodes de culture,

d'isolation des espèces, de coloration et de recherche des microbes, dans les différents milieux, dans l'eau, le lait, les tissus. On s'y exerce même à la démonstration des microbes pathogènes, du charbon, de la tuberculose, de la diphtérie.

8° Méthodes microscopiques

Tous ceux qui s'adonnent aux recherches biologiques savent combien il est nécessaire, pour y réussir et ne pas perdre un temps précieux, d'être absolument maître des méthodes nombreuses et variées de la technique microscopique. Dans notre pays, la plupart des étudiants en sciences et en médecine n'emportent de leurs études que des notions techniques tout à fait élémentaires. En Amérique, il n'est pas un médecin, pas un naturaliste sorti des universités dans ces dernières années qui n'ait chez lui un laboratoire bien outillé ; c'est que cette technique leur est systématiquement enseignée.

Le cours spécial organisé dans ce but, apprend l'usage du microscope, explique le fonctionnement des diverses parties de l'instrument : objectifs faibles et puissants, diaphragme, conditions d'éclairage et de distance focale, usage de la chambre claire.

On y expérimente les procédés divers de fixation et d'occision des objets vivants, particulièrement des animaux contractiles qu'il est difficile de durcir en leur laissant leur forme naturelle ; les agents conservateurs, les milieux de préservation, les méthodes de coloration, d'imprégnation dans la paraffine et la celloïdine. Les animaux microscopiques y sont observés vivants, dans les cellules porte-objets, et on se familiarise avec le montage des objets difficiles, tels que les diatomées, les protozoaires. On apprend le maniement à main levée du rasoir, du microtome et enfin on étudie les organismes microscopiques qu'on rencontre dans le plankton et dans les couches profondes de la mer.

9° *Pédagogie*

Mais on ne se borne pas à meubler l'intelligence et la mémoire des maîtres de notions exactes et de connaissances nombreuses sur la matière qu'ils auront à enseigner, on se soucie aussi de la manière dont l'enseignement doit être présenté.

Des personnes qui ont une longue pratique et une grande expérience de l'enseignement, donnent des conférences pédagogiques sur les sujets suivants : discussion des principes usuels de psychologie ; la mémoire, les moyens de l'exercer et de la guider par l'association des idées ; la manière de fixer l'attention des enfants et d'accroître l'intérêt des leçons. Les conférenciers s'attachent à montrer la valeur éducative de l'étude de la nature, le développement à donner à un cours. Ils font en quelque sorte l'analyse et la synthèse de l'enseignement.

Un club est ouvert gratuitement à tous les visiteurs de la Station. On y analyse les travaux les plus récents dont on discute les conclusions, et on y communique les observations nouvelles faites par les hôtes de la Station.

Le soir, des conférences, illustrées de projections lumineuses, sont données sur des sujets d'actualité, par des professeurs d'université, des conservateurs du musée de Brooklyn, des professeurs de collège, des instituteurs.

Un mot seulement des dépenses qu'entraîne le séjour à cette Station. Le prix des cours, un ou plusieurs, est de 125 francs, pour la saison, y compris l'usage des laboratoires. La location d'un laboratoire particulier coûte 250 francs.

Un savant ou un chercheur, qui ne réclame pas une chambre particulière, paye 125 francs ; il y ajoute un supplément de 25 francs, s'il se sert des microscopes de la Station.

La pension revient à 22 fr. 50 par semaine, et l'on se procure des chambres très confortablement meublées pour

7,50 à 15 francs par semaine. En somme, on peut faire un séjour de deux mois à Cold Spring Arbor pour 325 à 400 francs.

III

CONCLUSIONS

Les Stations américaines ne sont pas seulement, comme celle de Naples, des institutions où l'on poursuit des recherches originales, elles sont aussi des établissements d'instruction scientifique, et c'est cela qui leur donne leur véritable cachet national.

Le lecteur aura pu se faire une idée des méthodes de l'enseignement des sciences naturelles en Amérique, en parcourant les programmes des cours organisés dans les deux stations maritimes que nous venons d'étudier. On y conduit progressivement l'enfant de l'observation des mœurs des animaux les plus communs, à leur étude morphologique externe, en tenant compte d'abord de leurs manifestations vitales, de leurs mouvements, mais sans pénétrer encore leur organisation. On passe de là à leur anatomie interne, on compare entre eux les organes des types caractéristiques de chaque classe d'animaux, ce qui donne une idée générale de la classification.

Au moyen de dissections, on apprend à connaître la structure détaillée des machines compliquées qu'on a déjà vues fonctionner ; et l'on étudie enfin le fonctionnement de ces divers organismes. Après avoir acquis une connaissance suffisante de l'état adulte, on s'attache à ses divers modes de reproduction, et l'on suit le développement des cellules qui sont spécialement chargées de cette fonction.

Dans cette étude progressive qui va de la simple observation à l'œil nu, jusqu'à la pénétration des mouvements microscopiques de la matière organique, on se sert toujours de matériaux appropriés, vivants ou conservés.

Les représentations graphiques ne servent jamais qu'à guider l'étude et la manipulation des objets.

La caractéristique de l'enseignement primaire et moyen des sciences naturelles en Amérique est donc l'emploi et la manipulation des objets d'étude vivants, quand la chose est possible, ou bien conservés par les méthodes usuelles.

L'enseignement universitaire est caractérisé par une étude approfondie de la morphologie et de la physiologie cellulaires comme base de toutes les sciences biologiques.

Les Stations américaines ne sont donc pas purement *zoologiques* ; elles s'appellent d'un nom plus général, *Laboratoires de Biologie*, parce que toutes les sciences biologiques : zoologie, embryologie, physiologie et botanique, y sont également étudiées. Le programme des études universitaires, pour les sciences biologiques, est presque identique, dans les universités américaines et à l'Université de Louvain ; il a pour bases les idées que Carnoy a si magistralement exposées dans sa *Biologie cellulaire*. Tandis qu'en Europe, sauf à Louvain, les titulaires des chaires de zoologie, de botanique, de physiologie, d'histologie répètent aux élèves des généralités sur la cellule, chacun à des points de vue différents et souvent contradictoires, en Amérique l'enseignement des généralités sur la cellule constitue un cours autonome de biologie cellulaire, unifié et confié à un titulaire spécial, comme à Louvain.

Les cours de vacances organisés au bord de la mer étant la continuation et l'application des cours universitaires à la faune et à la flore marines, il est naturel qu'ils en aient gardé le cachet propre et la direction. Voilà pourquoi l'enseignement organisé à Wood's Holl et à Cold Spring Arbor est en quelque sorte tout imprégné des idées de Carnoy sur l'enseignement des sciences naturelles.

L'utilité des cours de vacances, dans les laboratoires maritimes, est suffisamment reconnue aujourd'hui, pour qu'il ne soit pas superflu d'y insister longuement. Remarquons seulement qu'ils complètent admirablement par le

contact immédiat des élèves avec les phénomènes de la vie maritime, les notions théoriques acquises dans les cours universitaires. En outre, ils permettent à tous les naturalistes américains de faire eux-mêmes la critique des découvertes de l'année, car elles leur sont exposées par leurs auteurs en personne, et démontrées sur leurs préparations. Ainsi naît et s'entretient au sein du corps professoral une émulation salutaire qui active les recherches et la mise en commun des derniers progrès réalisés, ce qui donne à l'enseignement un caractère d'unité et de coordination que nous chercherions vainement en Europe.

Les maîtres de l'enseignement primaire et moyen, par la fréquentation des professeurs d'université et sous leur influence éclairée, deviennent de vrais naturalistes soucieux d'éveiller dans les jeunes intelligences l'esprit d'observation. En sorte que ces laboratoires, tout en aidant puissamment les universités dans leur tâche éducatrice, sont devenus de véritables écoles de naturalistes, qui exercent sur le personnel enseignant à tous les degrés une action profonde et salutaire.

La lecture seule du programme des cours de Wood's Holl indique en outre que les biologistes américains sont engagés dans les études les plus avancées et abordent dans leurs recherches les problèmes les plus ardus et les plus actuels. Les dernières découvertes y sont exposées et démontrées dans des cours traitant *ex professo* des matières les plus controversées, et l'effort de tous est concentré vers la solution de questions qui en Europe occupent à peine quelques spécialistes au fond de leur laboratoire ; enfin on indique aux jeunes chercheurs la voie à suivre pour faire avancer la science, en les plaçant en face des problèmes biologiques restés jusqu'aujourd'hui sans solution suffisante.

L'œuvre réalisée avec tant de succès aux États-Unis est-elle possible en Belgique, et pouvons-nous espérer, dans l'état actuel de notre enseignement universitaire, voir nos savants entreprendre une tâche similaire et la

mener à bien ? Pourrait-on faire abstraction du caractère politique et confessionnel de certaines de nos universités, pour arriver à coopérer à une même œuvre scientifique et entreprendre, dans une pensée d'union, la diffusion des sciences biologiques à tous les degrés de notre enseignement ?

Certes on composerait un corps professoral distingué et suffisamment nombreux en recrutant des spécialistes dans nos quatre universités ; mais à la condition que nos savants veuillent faire abstraction des querelles qui les divisent et renoncer à l'esprit de dénigrement qui règne dans certains milieux ; il faudrait en un mot apprendre à s'estimer mutuellement au lieu d'amoindrir, par des critiques souvent passionnées, le mérite des universités rivales. Que d'avantages il y aurait à se connaître mieux et à se voir de plus près ! Nous nous soucions en général trop peu de ce qui se passe chez nous. Et cependant chacune de nos écoles de biologie possède des hommes de grande valeur, qui se sont fait un nom dans le monde scientifique par leurs travaux personnels. Combien il serait désirable d'utiliser toutes ces forces éducatrices dans un but commun et de composer un corps professoral nombreux et compétent qui consacrerait ses vacances à la formation du personnel de notre enseignement ! Il résulterait certainement de ce commerce un accroissement de l'esprit d'émulation et l'on finirait sans doute par s'apprécier.

Une réforme radicale dans notre enseignement des sciences naturelles est réclamée de tous côtés et par les écoles de tous les degrés. Pour modifier cet enseignement il faut avant tout former des professeurs et des maîtres habiles ; c'est la première tâche qui incombera à la future Station biologique.

Ces cours de vacances répondront donc à un besoin réel ; ils ont une importance capitale et sous prétexte que nous ne pourrions aspirer à des résultats comparables à ceux obtenus par les Américains, on aurait grand tort

d'en remettre l'organisation à plus tard. Nous pouvons faire quelque chose dans la même direction ; nous devons, si nous ne voulons rester en arrière, les imiter, dans la mesure du possible.

Mais, ne nous faisons pas d'illusion : notre enseignement n'atteindra pas l'homogénéité et l'ampleur des cours de Wood's Holl, aussi longtemps qu'un cours de biologie cellulaire autonome ne sera pas institué dans toutes nos universités belges. Ah ! si le programme si simple, si logique, si méthodique de l'enseignement biologique, tel que le concevait Carnoy, tel qu'il est réalisé à Louvain et en Amérique, était adopté en Europe ; mais il nous faudra peut-être attendre de longues années encore avant que la résistance de certaines personnalités soit définitivement vaincue.

Dans toutes nos universités belges, les programmes des sciences naturelles sont surtout organisés en vue des études médicales et les étudiants qui se destinent à cette carrière forment l'immense majorité des auditeurs. Tous les cours se ressentent de cette orientation professionnelle au grand détriment du développement général et vraiment scientifique des sciences biologiques. Ils sont, hélas ! trop nombreux, les professeurs d'université qui se préoccupent uniquement de former des praticiens, et déconseillent à leurs élèves la fréquentation des laboratoires de recherches et les travaux personnels, au lieu de les y encourager.

Aux États-Unis, dans ce pays qu'on nous représente bien à tort comme la patrie de l'utilitarisme mesquin, on a, il faut bien en convenir, une conception beaucoup plus haute de l'enseignement universitaire. On prétend y former des intelligences capables de suivre les progrès de la science, et au besoin d'y contribuer. Aussi enseigne-t-on à tous les jeunes gens les méthodes modernes de recherches, tout en meublant leur mémoire de connaissances nécessaires à la pratique de leur profession ; et on les encourage par de nombreux moyens, pécuniaires et autres, à entreprendre des travaux personnels.

C'est précisément au cours de leur carrière et dans l'exercice de leur profession que les faits nouveaux surgissent devant les praticiens qui sont réellement observateurs. Il faut donc les armer de telle manière qu'ils soient à même de tirer parti des faits nouveaux qu'ils observent, pour le plus grand avantage de tous. D'abord pour eux-mêmes, en avivant l'amour de leur profession et en tenant leur esprit en éveil sur les problèmes nombreux dont la solution est encore à découvrir ; ensuite pour le plus grand profit de la science et de l'humanité qui bénéficient tôt ou tard de tous les faits nouveaux scientifiquement constatés.

Toutes les sciences biologiques ont pris pendant la dernière décade une telle extension qu'il est devenu impossible à un seul titulaire de se tenir bien au courant et de diriger en même temps les recherches originales de ses élèves. Les Américains ont très bien compris cette impossibilité ; c'est pourquoi à Chicago, par exemple, le département de zoologie compte cinq professeurs, celui de botanique quatre, celui de physiologie trois, sans compter les assistants.

Nous ne pouvons donc espérer les imiter entièrement, je le répète, qu'en faisant appel à des personnalités d'universités différentes, car nous ne pouvons songer à confier l'organisation et la direction de la future Station à une seule d'entre elles.

L'Université de Louvain aurait certes des titres sérieux à faire valoir, en raison même de l'organisation de son enseignement biologique, qui a été imitée par les universités et les Stations américaines ; mais cela fût-il possible, ce serait injuste.

Il existe en Belgique une institution à qui incomberait la mission de grouper toutes les bonnes volontés ; c'est le musée d'Histoire naturelle. Il faudrait que la Direction du musée, par sa popularité, par les rapports cordiaux entretenus avec les naturalistes universitaires, par les services rendus aux institutions d'enseignement moyen,

jouit auprès de notre corps enseignant d'une autorité morale et scientifique suffisante pour amener une entente générale et l'apaisement de tous les dissentiments. Voilà une belle œuvre à tenter !

Depuis plusieurs années déjà le gouvernement a fait entreprendre à grands frais l'étude de la faune de la mer du Nord, et il possède maintenant des données précises et exactes sur sa distribution. Les résultats acquis étant la propriété du gouvernement, tous les naturalistes belges sont en droit de pouvoir les utiliser.

Dans ces conditions, la solution qui paraît la plus pratique et la plus équitable est à notre avis la suivante.

Avec le concours des naturalistes compétents du Musée de Bruxelles, les universités seraient à tour de rôle chargées par le gouvernement d'organiser pendant les vacances, des cours analogues à ceux de Cold Spring Arbor et de Wood's Holl. On désignerait par la voie du sort l'ordre de succession. Elles auraient naturellement le loisir de pouvoir appeler à leur secours certaines personnalités du pays, voire même de l'étranger. Ces cours seraient accessibles à tous les savants belges sans distinction, et liberté complète serait laissée aux professeurs de suivre les cours de telle ou telle université.

Les cours et conférences ainsi donnés seraient publiés annuellement aux frais du gouvernement, qui prendrait en outre l'initiative de faire connaître, à tous les établissements d'instruction, l'époque, le but, le programme des cours et faciliterait aux professeurs de bonne volonté, un séjour de vacances dans les laboratoires maritimes, au moyen de quelques avantages pécuniaires, billets à prix réduits, subsides, etc.

On pourrait soulever à propos de la création du laboratoire maritime, un grand nombre de questions sur son organisation, sa construction, la distribution des aquariums, le service de dragages ; tout cela devrait être débattu et fixé après une enquête et une visite aux Stations américaines.

Il est pourtant un point auquel il faut penser dès maintenant, c'est le choix de l'emplacement. D'après nos renseignements, on a proposé de le bâtir à Ostende. Ce serait, à notre avis, une bien malheureuse idée.

Si l'on se borne à construire des aquariums où l'on entretiendra vivants le plus grand nombre possible de spécimens de la faune et de la flore marines, pour le plus grand plaisir du public spécial qui va passer la saison à Ostende, certes ils ne sauraient être mieux placés pour recevoir un grand nombre de visiteurs. Mais tel ne doit pas être le but de la Station maritime : elle doit être avant tout un laboratoire, un établissement scientifique de recherches, une institution nationale d'enseignement. Or, Ostende est une ville de plaisirs et de villégiature, et l'intention du gouvernement n'est pas que je sache de donner des occasions de se divertir à nos professeurs d'université, à nos étudiants, à nos instituteurs.

Le spectacle du luxe qui s'étale habituellement sur la plage d'Ostende n'est pas à mettre d'une manière continue sous les yeux de ceux auxquels nous confions l'éducation et l'instruction de nos enfants. D'ailleurs, c'est un milieu peu propice au travail sérieux, aux recherches difficiles et longues que nécessitent les travaux biologiques, et cette raison seule devrait suffire à en écarter notre jeunesse studieuse.

Et puis le budget annuel de nos savants, de nos professeurs n'est en général pas suffisant pour leur permettre d'occuper dignement à Ostende le rang qu'ils sont habitués de tenir dans la société ; et ce serait leur rendre un bien mauvais service que de les exposer systématiquement, eux et leurs familles, aux tentations inévitables qui résulteraient d'un séjour prolongé dans la première de nos villes d'eaux.

Les recherches scientifiques réclament le calme, l'isolement ou le contact de personnes sérieuses, uniquement occupées d'études et de la poursuite des solutions à donner

aux grands problèmes que la science pose à tout naturaliste attentif. Il faut arriver à former des maîtres et des professeurs réellement épris de leur enseignement, pénétrés de l'objet de leurs leçons ; je doute fort que la cohue des fêtes mondaines et le spectacle des toilettes élégantes soient des moyens propres à leur inspirer le sentiment du devoir qu'ils auront à remplir comme éducateurs.

La nature de nos côtes ne se prête pas d'une manière très avantageuse à l'établissement d'une station maritime : nous n'avons ni falaises, ni rochers; la faune qu'on recueille sur nos plages, la flore que les marées nous apportent sont bien maigres et insuffisantes pour ravitailler un laboratoire maritime. Pour tirer le meilleur parti possible de ce que la nature met si parcimonieusement à notre disposition, il nous faudra beaucoup de travail et de patience, et suppléer à la pénurie de matériaux par un service continu de pêche et de dragages.

Dans ces conditions, serait-il impossible de laisser à Ostende une série d'aquariums qui seraient ravitaillés d'une manière régulière et de construire ailleurs les laboratoires de recherches ? De là, on pourrait expédier aussi tous les animaux les plus communs aux établissements d'instruction qui en feraient la demande pour la formation de leurs collections ou comme objets de démonstration.

Nous avons vu que les Stations américaines comprennent plusieurs départements entièrement séparés quoique voisins. Cette disposition est très sage, car elle réunit dans les mêmes locaux, tous ceux qui s'occupent de recherches similaires et qui ont par conséquent besoin des mêmes appareils, des mêmes matériaux et du même outillage. La disposition de Wood's Holl et de Cold Spring Arbor, serait donc à imiter de préférence à celle de Naples et des autres Stations européennes.

On construirait un bâtiment central principal, où seraient aménagées les chambres particulières des savants engagés dans des recherches personnelles et où se trouveraient

aussi les grands auditoires pour les cours et conférences. Ces grands auditoires seraient munis de tous les appareils nécessaires aux projections lumineuses. Là aussi se trouveraient les grands aquariums, les magasins pour fournitures, les ateliers de préparation, la bibliothèque avec salle de lecture, un musée, une chambre noire pour la photographie, etc. On installerait dans le voisinage trois pavillons de proportions modestes, pour les zoologistes et les embryologistes, les botanistes et les physiologistes ; ces pavillons seraient pourvus de leur outillage spécial, avec eau salée et eau douce. Il faudra nécessairement se rabattre sur la faune et la flore de nos dunes, de nos polders, qui sont d'ailleurs très intéressantes et trop peu connues.

Nous émettrons un vœu en terminant cet article.

Puisse la création d'une station maritime attirer enfin l'attention des pouvoirs publics sur la nécessité de réformer nos methodes d'enseignement de l'histoire naturelle, dans tous nos établissements d'instruction, tant primaires qu'universitaires !

L'idée maîtresse qui préside à l'expansion magnifique de l'enseignement des sciences biologiques en Amérique est partie de Belgique, et nous n'avons aucune excuse de l'ignorer, car elle a été exposée par son auteur dans plusieurs circonstances solennelles. Carnoy, lors de la dernière discussion de la loi sur l'enseignement supérieur, revint à la charge auprès de notre Corps législatif pour introduire un cours de biologie cellulaire autonome dans l'enseignement officiel. Sa voix ne fut pas entendue ici, mais son exemple fut imité par un pays neuf, que les réformes et les initiatives hardies ne rebutent pas.

Tâchons de regagner le temps perdu et ne nous laissons plus à l'avenir dérober notre bien ; Carnoy n'est plus, mais son œuvre lui survit, et l'influence de son enseignement peut encore se faire sentir... même dans son pays.

Dr Hector Lebrun.

STATION DE WOOD'S HOLL

Programme des Cours d'Embryologie, année 1900

DATE	PROFESSEURS	SUJET DE LA LEÇON	TRAVAUX DE LABORATOIRE
Juillet 5	Dr Lillie	Introduction	Fécondation des œufs de *fundulus*, matériel vivant
» 6	»	Embryologie. Théorie cellulaire. Principes généraux.	Clivage de l'œuf de *fundulus*, matériel vivant
» 7	»	Clivage de l'œuf de poisson. Structure de l'œuf. Comparaison	Périblaste dans l'œuf vivant de *fundulus*
» 9	»	Formation du périblaste	Clivage de l'œuf d'*arbacia* (ouvert), matériel vivant
» 10	»		Suite de l'étude de l'œuf vivant de *fundulus*
» 11	Dr Clapp	Relations des plans de clivage avec l'axe de l'embryon dans l'œuf des poissons.	Fixation et conservation des œufs de poissons
» 12			Recherches d'œufs pélagiques. Formation des feuillets germinatifs et de l'embryon (vivants).
» 13			Excursion à bord du steamer de la commission des pêcheries. Dragage.
» 14	Dr Lillie	Formation des feuillets et de l'embryon de l'œuf de poisson.	Étude expérimentale du clivage de l'œuf de poisson.
» 16	Dr Clapp	Les feuillets germinatifs dans *opsanus tau*	Effet de l'eau de mer diluée sur le développement d'*arbacia*.
» 17			Continuation d'expériences sur les œufs de *fundulus* et d'*arbacia*.
» 18	Dr Eigenmann	Le développement des téléostéens vivipares	Achèvement de la fixation et de la conservation des œufs. Continuation des expériences
» 19	Dr Crampton	Maturation et fécondation de l'œuf (*molgula* et en général)	Démonstration de la maturation et de la fécondation chez *molgula*, *nereis*, *ilaria* et *toxopneustes*
» 20	Dr Lillie	Théorie de la fécondation.	Démonstration de la fécondation chez *unio*. Technique complète du montage.
» 21	Dr Montgomery	Le problème de la réduction avec mention spéciale de l'*ascaris* et de *peripatus*	
» 23	Dr Treadwell	Clivage de l'œuf d'annélide	Fécondation et premier développement d'un œuf d'annélide vivant.
» 24			Préparation, sections, montage complet
» 25	Dr Holmes	Clivage de *crepidula*.	Maturation, fécondation et clivage de *crepidula*
» 26			Continuation et sections
» 27		Excursion aux grottes Carpaulin pour recueillir des œufs de mollusques	
» 28			Examen du matériel récolté la veille
» 30	»	Clivage de l'œuf de planorbe (clivage gauche).	
» 31	Dr Crampton	Signification du clivage (basé sur des expériences)	Préparation des coupes à travers différents stages d'embryons de poissons
Août 1			
» 2	Dr Neal	Gastrulation chez les vertébrés	
» 3	Dr Lillie	Adaptation dans le clivage	
» 4	»	Organisation de l'œuf	
» 6	Dr Holmes	Histoire naturelle et métamorphose de la grenouille	Étude de l'œuf de grenouille.
» 7			» » »
» 8	Dr Loeb	Parthénogenèse artificielle	Développement parthénogénétique de l'œuf d'*arbacia* dans les solutions salées
» 9	Dr Lillie	Orientation de l'œuf de grenouille.	Étude de l'œuf
» 10			Technique des coupes à la cellulose
» 11			» » »
» 13	Dr Crampton	Étude expérimentale du clivage de l'œuf de grenouille	Terminaison des travaux entrepris
» 14	Dr Treadwell	Formation de l'embryon dans l'œuf de grenouille	

STATION DE WOOD'S HOLL

Programme des Cours de Physiologie, année 1900

DATE	PROFESSEURS	SUJET DE LA LEÇON	TRAVAUX DE LABORATOIRE
Juillet 5	Dr Loeb	Introduction. Problèmes et méthodes en physiologie.	
		PHYSIOLOGIE COMPARÉE DU SYSTÈME NERVEUX CENTRAL	
» 5	Dr Clark	Spontanéité	Spontanéité et ses relations avec le cycle nerveux de *gonionemus*
» 11	»	Coordination	Grelle de méduse. Coordination chez *gonionemus* et dans le cœur d'oursin.
» 7	»	Action réflexe	Réflexes chez l'ascidie.
» 9	»	Réactions sur les actinies et étoiles de mer.	Études de ces réactions.
» 10	»	Physiologie des nerfs des planaires.	Études de ces réactions sur des planaires marines et d'eau douce.
» 11	»	Physiologie des nerfs du ver de terre et de nérée	Étude des réactions sur les vers de terre et sur les nérées.
» 12	»	Physiologie des nerfs de la limule.	Étude des réactions chez la limule. Relation du système nerveux central, et des mouvements respiratoires.
» 13	Dr Loeb	Séminaire. Discussion de problèmes connexes avec les travaux antérieurs.	
» 14	Dr Clark	Physiologie des nerfs du homard	
» 16	»	Physiologie nerveuse des vertébrés.	Travaux sur le cerveau d'un squale, de la raie, et de la grenouille
» 17	Dr Clark	Théorie segmentaire des vertébrés.	
» 18	»	Mouvements compensateurs des vertébrés	Mouvements compensateurs des vertébrés, crustacés et insectes
		LES TROPISMES	
» 19	Dr Garrey	Héliotropisme chez les animaux	Effets de la lumière et de la pesanteur sur les infusoires, hydroïdes, insectes et crustacés
» 20	»	Hélio-tropisme et geotropisme chez les animaux.	
» 23	»	Les théories modernes de la solubilité, et les effets des ions sur les réactions chimiotropiques chez les animaux	Réactions chimiotropiques chez les animaux.
» 24	»	Galvanotropisme	Réactions galvanotropiques sur les infusoires, les crustacés, les vertébrés.
» 25	Dr Loeb	Les relations des tropismes et de l'instinct.	
		SÉCRÉTION ET SANG	
			Les relations de la liquéfaction du protoplasme et de l'osmose dans la sécrétion
» 26	Dr Mathews	Mécanisme osmotique de la sécrétion	Effet de la température, de l'oxygène, des poisons, des ions OH, H, des ferments, et des sels, pour provoquer la liquéfaction
» 27	Dr Porter	Physiologie du cœur des mammifères	
» 30	Dr Mathews	Mécanisme musculaire de la sécrétion	Étude du mécanisme musculaire de la sécrétion sur les glandes d'*argulus*, du homard, de *scyentopsis*, de squale et de la grenouille
» 31	»	Critique de la théorie nerveuse de la sécrétion.	
Août 1	»	Hylogénèse	
» 2	»	Le sang des invertébrés	L'effet de divers agents physiologiques, sur les corpuscules du sang des formes inférieures. Étude de la coagulation. Les pigments du sang.
		PHYSIOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT	
» 3	Dr Loeb	Physiologie morphologique, son but, sa tâche	Effets de solutions salines sur le développement d'œufs fécondés de échinodermes.
» 6	»	Segmentation et développement d'œuf fécondé	Effets des acides et des alcalis sur la croissance.
» 8	»	Segmentation et développement d'œufs non fécondés	Action de solutions qui provoquent le développement d'œufs non fécondés d'échinodermes et de vers.
» 10	»	Régénération.	
» 13	»	Hétéromorphose.	Régénération chez les planaires et les hydres.
		PHYSIOLOGIE DE LA CONTRACTILITÉ	
» 14	Dr Greene	Influence des [illegible] inorganiques sur le rythme de la contraction	Les effets des solutions sur la contraction du muscle
	Dr Fuller	Action des solutions salines sur les larves d'actinocoele.	Avec du non tissu.
» 15	Dr Mathews	Influence des [illegible] sur l'activité nerveuse.	Les effets des solutions salines sur les nerfs

LE SOLEIL DES TEMPS PRIMAIRES

Malgré les terribles exemples fournis journellement à l'appui de l'hypothèse qui fait de la Terre « un Soleil encroûté », quelques savants discutent encore sur l'origine première des manifestations de l'activité volcanique à la surface du globe.

Certains, plus ou moins avides de discussion ou basant leur conviction sur des données imparfaites, contestent l'existence d'un noyau intérieur liquide, et entrevoient l'époque où la théorie séduisante du feu central ira rejoindre, dans la partie historique de la science, les nombreuses théories mises à l'écart par le progrès des observations. Pour eux tout se réduit à une simple question électrodynamique. Leur principal argument contre l'hypothèse du feu central est relatif aux marées luni-solaires et à la précession des équinoxes. Ces phénomènes seraient tout autres, affirment-ils, si la Terre n'était pas entièrement rigide. Le professeur Darwin a même effectué une série de calculs à l'aide desquels il conclut que la Terre est dix fois plus rigide que l'acier. Ces résultats surprennent beaucoup M. Poincaré. Mais M. Ch.-Éd. Guillaume dit que « l'idée de la fluidité interne, qui ne fait aucun doute si l'on s'en tient au sens physique des mots, n'exclut nullement la notion d'une rigidité qui pourrait être très supérieure à celle de l'acier. On sait que la compression des corps élève leur module d'élasticité. L'intérieur du globe peut donc être très rigide, si l'on en juge d'après les déformations dues aux

actions astronomiques, et tout à fait plastique, si l'on s'en tient à la manière dont il se comporte sous l'action des très fortes pressions que supportent les couches profondes » (1). En résumé, l'objection résulte uniquement d'une fausse application des lois qui régissent ce que nous appelons « les corps liquides ».

En revanche, nombreuses sont les raisons qui militent en faveur de la théorie du feu central. Outre l'existence des volcans et la croissance assez régulière de la température quand on s'enfonce dans les couches accessibles à l'observation, il y a d'autres preuves astronomiques tirées de la forme globulaire aplatie de notre planète et de sa communauté d'origine avec le Soleil. Mais une des plus convaincantes, à notre avis, est fournie par la température élevée jointe à l'uniformité climatérique des premiers âges géologiques. Ce phénomène nous est attesté par la flore des temps primaires dont l'extraordinaire développement ne peut être comparé qu'à la luxuriante végétation de nos régions équatoriales les plus favorisées. Toutefois, tandis qu'aujourd'hui la lumière du Soleil produit des variétés de couleur et des richesses de tons qui charment nos yeux, à ces époques lointaines la monotonie qui affectait les climats s'étendait aussi aux espèces végétales. Celles-ci appartenaient presque exclusivement aux types cryptogamiques. Les fougères et autres plantes qui poussent sous les grands bois peuvent, à la taille près, nous donner une idée de cette antique végétation aussi vigoureuse que peu variée. Les animaux qui vivaient dans le même temps appartenaient pour la plupart à des familles dont les représentants actuels recherchent l'ombre et les lieux humides. Il faut donc en conclure que, si à l'époque primaire la chaleur était suffisante pour favoriser le développement de la vie végétale et animale sur toute l'étendue de la surface terrestre, par contre la lumière était faible et diffuse.

(1) *Société astronomique de France.* Séance du 5 février 1902.

Plusieurs hypothèses ont été mises en avant pour expliquer ce phénomène. Les unes sont d'ordre géologique, telles que les changements dans la configuration des continents ou l'afflux de la chaleur interne à travers l'écorce terrestre. Les autres sont d'ordre astronomique comme la variation supposée de l'obliquité de l'écliptique ou la préexistence d'un Soleil à la fois nébuleux et dilaté. Cette dernière hypothèse, introduite dans la science par M. Blandet, a été adoptée par des géologues éminents (1). Elle est elle-même une conséquence de la conception erronée de Laplace sur la formation du système solaire. D'après ce grand géomètre, l'atmosphère du Soleil, autrefois dilatée par une chaleur excessive, avait en se refroidissant, abandonné des zones de vapeurs le long de son équateur. Ces anneaux nébuleux auraient ensuite donné naissance aux planètes. Mais d'où pouvait provenir cette chaleur initiale ? Au temps de Laplace on ignorait que la haute température du Soleil et des étoiles est elle-même le résultat de leur condensation. Il a fallu modifier l'hypothèse en conséquence, et divers savants tels que MM. Éd. Roche, C. Wolf y ont employé tout leur talent. Le Soleil et son atmosphère dilatée par la chaleur ont été remplacés par une nébuleuse primitivement froide et animée d'un mouvement de rotation. Cette nébuleuse, dont les dimensions s'étendaient bien au delà de l'orbite de Neptune, s'est contractée sans l'empire de la gravité, et si on admet avec Helmholtz qu'elle ait été entièrement gazeuse, elle s'est échauffée dans toute sa masse. Avec la diminution de volume, la rotation s'est accélérée et il est arrivé un moment où la force centrifuge équatoriale a fait équilibre à la pesanteur. Alors, tout le long de l'équateur, se sont déposés successivement et sans discontinuité des anneaux de vapeurs qui plus tard ont donné naissance aux planètes (2).

(1) Faye, *Sur l'Origine du Monde.*

(2) L'inanité de cette hypothèse est aujourd'hui scientifiquement démontrée par la permanence des anneaux de Saturne et par la théorie des étoiles

Pendant que l'anneau qui devait former la Terre s'enroulait sur lui-même, la nébuleuse achevait de se contracter en s'échauffant toujours ; et lorsque les extrémités de son diamètre arrivaient à peu près à égale distance entre les orbites actuelles de Vénus et de Mercure, la première croûte solide apparaissait sur le globe terrestre en voie de refroidissement. Sur cette écorce, elle-même suffisamment refroidie superficiellement, travaillée en outre par les eaux et par les agents atmosphériques, la végétation, entretenue par les tièdes rayons d'un immense Soleil nébuleux, pouvait se développer largement. La variété des climats, due au parallélisme actuel des rayons solaires, et l'alternance des saisons, conséquence de l'obliquité de l'écliptique, n'existaient pas encore. La chaleur et la lumière convergentes, enveloppant la terre sur près des 3/4 de sa surface, assuraient, grâce à la rotation diurne, l'égalité presque absolue de température. Près des pôles, la nuit était inconnue ; la nébuleuse paraissait plus ou moins au-dessus de l'horizon, mais restait toujours visible ; le surcroît de chaleur que sa position zénithale devait donner aux régions équatoriales était sans doute compensé par le refroidissement d'une courte nuit.

Telle est, brièvement résumée, l'explication donnée par M. Blandet du phénomène paléothermal. Pour en apprécier la valeur, il est nécessaire de remonter aux origines. On nous dit que la nébuleuse solaire, primitivement froide et excessivement volumineuse, s'est contractée sous l'empire de la gravité. Il y avait donc un défaut d'équi-

filantes. M. Schiaparelli a établi que la plupart de celles ci doivent provenir de la désagrégation de masses plus ou moins gazeuses et dépourvues de cohésion. On a des exemples de masses semblables (Comète de Biéla) qui se sont étirées en anneaux sous l'action dissolvante de l'attraction solaire, mais on n'a jamais vu d'anneaux se transformer en comètes ou en planètes. Pour que ce changement ait pu se produire il aurait fallu que l'anneau fût parcouru par des courants de sens opposé. Alors il y aurait eu des collisions, des entraves à la circulation, et la matière d'un même anneau aurait fini par se rassembler aux points où l'obstruction était la plus forte. Nous ne croyons pas qu'il soit possible d'expliquer autrement la formation du système solaire.

libre ! En effet, une sphère gazeuse, composée d'une série de couches dont le poids serait exactement contre-balancé par la pression des couches sous-jacentes et isolée dans un milieu à la même température qu'elle, conserverait indéfiniment sa forme et ses dimensions premières. Pour la nébuleuse solaire, en particulier, ce défaut primordial d'équilibre paraît d'autant plus vraisemblable que si on veut disséminer, par la pensée, la matière du système solaire tout entier dans une sphère ayant seulement pour rayon celui de l'orbite de Neptune, on arrive à constituer une masse 248 fois plus raréfiée que le vide au millionième réalisé dans les tubes de Crookes. Il est bien évident qu'à l'intérieur de la nébuleuse primitive, de dimensions incomparablement plus grandes, la pression ne pouvait pas compenser le poids de chaque molécule. Alors il s'est produit, non pas une contraction lente, mais une véritable chute, une précipitation violente de toute la matière vers le centre. En vertu de sa vitesse acquise chaque élément de cette masse a dépassé sa position d'équilibre, puis l'arrêt du mouvement a déterminé un grand dégagement de chaleur et de lumière ; la nébuleuse s'est transformée momentanément en étoile. La réaction est venue ensuite ; l'excès de pression, accrû encore par la chaleur emmagasinée, a pour ainsi dire fait éclater l'étoile qui est revenue à l'état de nébuleuse (1). Celle-ci, démesurément dilatée, et en partie refroidie, s'est contractée de nouveau, et ainsi de suite jusqu'au moment où les oscillations, diminuant d'amplitude à chaque période, ont cessé tout à fait. Les mouvements intérieurs plus ou moins désordonnés qui existaient à l'origine se sont régularisés, et la nébuleuse tout entière s'est mise à tourner lentement autour de son axe. Nous voici arrivés à la formation de Neptune.

Le calcul nous permet de déterminer quel était à cette

(1) On a proposé bien des hypothèses pour expliquer l'apparition soudaine des étoiles temporaires et leur transformation graduelle en nébuleuses ; nous n'en connaissons pas de plus plausible.

époque l'aspect de la nébuleuse solaire. Pour qu'un certain nombre de ses particules équatoriales se soient détachées d'elle, il a fallu que leur vitesse fût devenue égale à celle que possède Neptune sur son orbite. La durée de la rotation de la nébuleuse était donc, comme la durée de la révolution de Neptune, de 164 ans. D'autre part, d'après un théorème bien connu, la somme des aires décrites par l'ensemble des éléments du système solaire n'a pas varié depuis son origine. Si celui-ci, revenant en arrière, pouvait se transformer en une masse spheroïdale homogène englobant l'orbite de Neptune, la rotation, pour ne pas violer le principe des aires, devrait durer près de 100 000 ans. L'écart considérable entre ces deux chiffres montre que la condensation centrale était déjà très avancée. M. Maurice Fouché a soumis le problème à une analyse mathématique rigoureuse. Dans une note présentée à l'Académie des sciences le 24 novembre 1884, il a fait voir que, dès le temps de la formation de Neptune, il devait exister au centre de la nébuleuse un noyau très dense ayant à peu près l'importance du Soleil actuel. La partie extérieure, disséminée dans l'espace interplanétaire, dépassait à peine la masse de toutes les planètes réunies. M. Maurice Fouché trouve avec raison l'objection suffisante à elle seule pour faire rejeter l'hypothèse de Laplace. Quoi qu'il en soit, le Soleil qui a éclairé la Terre naissante n'avait qu'un petit diamètre apparent, et l'astre imaginaire dont les rayons, d'après M. Blandet, enveloppaient notre globe et maintenaient à sa surface l'uniformité de température, n'a jamais existé.

Mais voici un autre argument purement physique et indépendant de toute théorie cosmogonique qui s'élève avec force contre l'hypothèse Blandet. Tout le monde sait que les gaz, même portés à une très haute température, rayonnent peu de chaleur et presque pas de lumière. La flamme de l'hydrogène brûlant au contact de l'air en est

un exemple frappant. Si l'on introduit dans cette flamme des parcelles d'un corps solide réfractaire, elle s'illumine aussitôt et devient resplendissante de lumière. C'est le principe des lampes à incandescence. La constance de la radiation solaire n'a pas d'autre explication. « Ce serait, en effet, une erreur grossière, dit l'abbé Moreux, de croire que le Soleil finit là où s'arrête le disque brillant que nous voyons. Cette couche étincelante, à laquelle les astronomes ont donné le nom de photosphère, n'est pas à proprement parler la surface limite du Soleil. Au-dessus de cette couche formée en grande partie de matières métalliques qu'une chaleur effrayante a portées à l'incandescence, se trouve une région purement gazeuse, d'une épaisseur relativement grande, c'est la chromosphère, puis une troisième enveloppe que l'on désigne habituellement sous le nom de couronne, et enfin la lumière zodiacale. »

Laissons ici la parole à M. Faye :

« Nous avons vu que les nuages de la photosphère constituent l'organe essentiel de la radiation... Quant au fluide où nagent ces nuages, il est plus lumineux que l'hydrogène pur de la chromosphère parce qu'il est formé de vapeurs de toutes sortes, émettant chacune des rayons particuliers...

» Les nuages voguent dans ce milieu gazeux, à peu près comme les imperceptibles aiguilles de glace de nos cirrhus... A cause de l'énormité de leur radiation ces poussières solides doivent se refroidir bien vite et s'éteindre ; mais aussitôt formées, ces poussières, bien plus denses que le milieu ambiant où elles flottent, tombent vers les couches profondes sous forme de pluie incessante. Il faut donc que ces nuages à radiation intense se reforment sans cesse par l'ascension de gaz et de vapeurs venus de l'intérieur...

» Quant à la photosphère, sa radiation restera constante parce que, aux limites apparentes du Soleil, *sous une pres-*

sion toujours la même, la combinaison des éléments se produit toujours à la même température et donne lieu au même dégagement de chaleur. »

Ainsi, la surface éclairante du Soleil, celle qui rayonne de la chaleur et de la lumière, n'est pas sa surface libre, mais bien la couche de densité telle que, *sous une pression toujours la même*, les éléments dissociés ou les vapeurs montant de l'intérieur puissent se combiner et se condenser en nuages brillants.

Voyons quelles pouvaient être les dimensions de cette couche au temps où la surface libre du Soleil s'étendait jusqu'au voisinage du globe terrestre.

Dans un gaz parfait, obéissant à la loi de Mariotte, la densité est proportionnelle à la pression, et le calcul fait voir qu'à l'intérieur d'une masse sphérique en équilibre formée par un semblable fluide la pression et la densité varient en raison inverse du carré de la distance au centre. Si R est le rayon de la sphère et D la densité (ou la pression) à la surface, la densité ρ de la couche de rayon x s'obtiendra par la relation simple,

$$\rho x^2 = DR^2.$$

Cette équation est évidemment approchée comme la loi d'où elle a été tirée. Une masse de gaz isolée dans l'espace ne peut pas s'étendre indéfiniment. La pression doit donc diminuer plus vite que la densité auprès de la surface et s'annuler sans que le rayon devienne infini.

L'équation donne aussi pour les couches centrales du fluide des densités et des pressions indéfiniment croissantes. Néanmoins la masse reste toujours finie. En effet, la masse dm de chaque couche d'épaisseur très petite dx est

$$dm = 4\pi\rho x^2 dx.$$

Et comme ρx^2 est constamment égal à DR^2, la masse de la partie du fluide limitée à la couche de rayon x est proportionnelle au rayon

$$m = 4\pi DR^2 x.$$

Celle du noyau central infiniment petit, de densité très grande, est à peu près nulle. On peut donc substituer à celui-ci un noyau de masse égale et très faible. dont la densité, sensiblement uniforme, conserverait une valeur finie.

Ces réserves faites, la formule citée plus haut permet de calculer approximativement la pression et la densité à l'intérieur d'un Soleil gazeux de masse fixe et de dimensions variables (1).

Nous venons de voir que la masse de ce Soleil peut s'écrire

$$M = 4\pi DR^2 R.$$

D'où

$$4\ DR^2 = \frac{M}{\pi R} = 4\rho x^2.$$

Soit K la densité (ou la pression), *toujours la même* d'après M. Faye, à hauteur de laquelle les vapeurs montant de l'intérieur peuvent se condenser en nuages brillants. Le diamètre de la couche où se produira ce phénomène sera donné par l'équation

$$4x^2 = \frac{M}{K\pi R}.$$

Or, $\frac{M}{K\pi}$ est une quantité constante.

(1) Remarquons en passant que l'application de cette même formule au calcul de l'aplatissement des planètes Jupiter et Saturne, considérées par les astronomes comme des corps gazeux, donne les résultats suivants :

	Aplatissements	
	Calculés	Mesurés
Jupiter	$\frac{1}{17}$	$\frac{1}{17,11}$
Saturne	$\frac{1}{9,5}$	$\frac{1}{9,18}$

Par suite : *Dans un Soleil gazeux de masse fixe dont le rayon extérieur* R *augmente progressivement, le diamètre de la photosphère diminue comme la racine carrée de ce même rayon.*

Le Soleil des temps primaires se réduisait en fait à une étoile comparable comme grosseur à Jupiter. A la distance où il se trouvait de la Terre, son diamètre apparent était quatre à cinq fois plus grand que celui de cette planète à son opposition.

Ce résultat, ignoré sans doute de ceux qui persistent à soutenir l'hypothèse Blandet, n'est pas fait pour surprendre. La densité de leur Soleil aurait été au moins 500 fois plus faible que celle de l'air atmosphérique au niveau du sol ; elle aurait été encore moindre pour toutes les couches dont le diamètre surpassait les six dixièmes de celui du Soleil tout entier. Comment des nuages formés par la condensation de vapeurs métalliques auraient-ils pu se maintenir dans un milieu aussi raréfié ? Dans notre atmosphère les condensations aqueuses ne se voient pas dans les régions où la densité de l'air a diminué de plus des deux tiers, et sur notre voisine, la planète Mars, elles s'élèvent à peine au-dessus du sol.

Une troisième objection, non moins grave, est soulevée par les géologues eux-mêmes. Dans les temps anciens, l'atmosphère contenait, sous forme de vapeurs, en plus de l'acide carbonique, la plus grande partie de l'eau des océans. Elle était loin d'être diathermane. Sa plus petite épaisseur, suivant la verticale, dépassait de beaucoup la couche traversée aujourd'hui par les rayons du Soleil levant ou couchant. Jamais les rayons obliques du Soleil de M. Blandet, à moins d'être exceptionnellement ardents, n'auraient pu parvenir à réchauffer les pôles. Et cependant, les géologues affirment qu'une chaleur uniforme a régné sur toute la Terre pendant des millions d'années, au moins vingt, peut-être davantage. Or la nébuleuse de

Laplace a commencé à rayonner de la chaleur longtemps avant le début des périodes géologiques. Une partie s'est dissipée pendant la phase d'instabilité, puis durant l'énorme intervalle de temps écoulé entre la formation de Neptune et l'apparition de la Terre solide. La quantité de chaleur que peut engendrer la contraction est néanmoins limitée ; au taux de la déperdition actuelle elle devrait s'épuiser en 18 millions d'années au plus. Il est bien impossible que cette provision, déjà fortement entamée au début de l'ère primaire, ait pu suffire pour faire arriver jusqu'au sol à travers l'épaisse et brumeuse atmosphère de ces temps anciens une température de 25 degrés pendant le minimum de 20 millions d'années exigé par les géologues (1).

Ce qui est vrai pour la chaleur ne s'applique pas toujours à la lumière. Ainsi, un Soleil de petites dimensions, dont la surface restreinte n'émet que peu de chaleur, peut cependant illuminer jusqu'à une très grande distance la matière disséminée autour de lui. Une haute enveloppe gazeuse entourant une planète se prête en outre à la diffusion de la lumière sur cette planète. L'éclairement de l'atmosphère, qui commence bien avant le lever du Soleil et dure longtemps après le coucher de cet astre, surtout dans les régions polaires, témoigne de la possibilité d'avoir de la lumière sans chaleur. On conçoit donc très bien qu'une étoile brillante, de la grandeur réelle de Jupiter, placée au centre d'une nébulosité beaucoup plus dense et plus étendue que la lumière zodiacale, ait pu, grâce à l'épaisseur de la couche atmosphérique, éclairer faiblement le globe presque tout entier. Et rien n'empêche que ce phénomène, au cours duquel la déperdition de chaleur était cent fois moindre que celle du Soleil actuel, ne se soit prolongé pendant des millions d'années.

En définitive, la condensation de la nébuleuse solaire

(1) On peut consulter sur ce sujet l'intéressant ouvrage de M. C. Wolf : *Les Hypothèses cosmogoniques.*

peut fournir autant de lumière qu'il en faut pour justifier le développement de la flore et de la faune des temps primaires, mais de chaleur, point ou presque point. Il faut demander cet agent au sol qui a produit les plantes et vu naître les animaux.

D'après les anciennes théories cosmogoniques, la chaleur emmagasinée à l'intérieur de la Terre proviendrait uniquement, comme celle du Soleil, de la condensation par attraction mutuelle de tous les éléments autrefois épars qui ont concouru à la formation du globe. Le calcul montre que cette condensation n'a pu engendrer plus de 9000 calories par kilogramme de matière. Ce chiffre est manifestement insuffisant pour satisfaire les exigences des géologues. Une bonne partie de la chaleur produite, plus de la moitié peut-être, a été dépensée pendant la période d'incandescence, antérieure à toute manifestation de la vie végétale ou animale. La réserve est loin d'être épuisée, elle dépasse certainement 3000 calories. Le surplus, applicable aux périodes géologiques, s'il n'est pas nul, n'est plus qu'une minime fraction des 9000 calories du début. M. Faye évalue à 360 calories par million d'années la perte nécessaire à l'entretien du phénomène paléothermal. Bien que ce taux paraisse exagéré, nous sommes encore loin de pouvoir atteindre la durée minimum de vingt millions d'années réclamée par les savants.

On a dû abandonner l'hypothèse cosmogonique de Laplace, et on admet maintenant que les planètes se sont formées entièrement à l'intérieur d'une immense nébuleuse à condensation progressive dont le Soleil et la lumière zodiacale nous représentent l'état actuel. Cette nébuleuse avait ceci de remarquable que ses particules se mouvaient dans toutes les directions et en proportions presqu'égales dans chaque sens. Ce sont les chocs entre tous ces éléments animés de vitesses contraires qui ont fait tomber

au centre les matériaux du Soleil et converger autour de lui l'ensemble des planètes. Les résidus de tous ces matériaux dont la chute vers le Soleil s'opère encore sous nos yeux — les comètes et les étoiles filantes — ont, en arrivant à hauteur de l'orbite de la Terre, une vitesse supérieure à 42 kilomètres. Celle de la Terre sur son orbite ne dépasse pas 30 000 mètres. La force vive mv^2 d'un kilogramme de matière terrestre est donc environ la moitié de celle d'une même masse empruntée à une comète. L'autre moitié a disparu dans les chocs dont nous venons de parler. Nous devons la retrouver emmagasinée dans la Terre sous forme de chaleur. La valeur en calories par kilogramme de matière s'obtiendra en divisant par l'équivalent mécanique de la chaleur la demi-force vive actuelle d'une masse ayant le poids d'un kilogramme ; on a

$$\frac{mv^2}{2 \times 425}.$$

Or $m = \frac{1}{g} = \frac{1}{9,82}$, et $v^2 = (30\,000)^2 = 900\,000\,000$.

On arrive ainsi au chiffre formidable de 108 000 calories.

Il est juste de dire qu'au temps de la formation de la Terre, la pesanteur à l'intérieur de la nébuleuse étant, surtout au début, moindre qu'elle ne l'est aujourd'hui à la même distance du Soleil, la chute des matériaux vers le centre s'en trouvait un peu ralentie. Le nombre précédent est donc trop fort ; mais dût-il être diminué de moitié, le reste, auquel viendraient encore s'ajouter les 9000 calories produites par la condensation du globe terrestre lui-même, donnerait un total supérieur à 60 000 calories.

C'est plus que suffisant pour satisfaire l'avidité des géologues.

Mais, diront quelques-uns, cette chaleur n'a pu traverser la couche solide qui enveloppait le noyau central en fusion. « Partout où le terrain primitif de gneiss et de

micaschistes se montre au jour, c'est par milliers de mètres que se mesure son épaisseur, et dès lors il est évident qu'aux époques paléozoïques, une écorce de plusieurs kilomètres protégeait déjà la chaleur centrale contre la déperdition. Or pour qui connaît la mauvaise conductibilité des roches, c'est plus qu'il n'en faut pour réduire à presque rien l'apport extérieur du foyer interne (1). — On cite encore, comme preuve de la faible conductibilité des roches, ce fait que les laves de l'Hécla sont impuissantes, avant leur effusion, à fondre la neige qui recouvre les parois, pourtant bien minces, des cônes de ce volcan.

A cela nous pourrions répondre avec M. Faye : Sur un total de plusieurs milliers de calories emmagasinées à l'intérieur de la Terre, la plupart ont disparu Si, comme il est probable, toutes n'étaient pas dissipées au moment de la solidification du globe, il a bien dû en passer quelques unes à travers l'écorce ; nous laissons à d'autres le soin d'expliquer le phénomène. Cette réponse ne parviendrait sans doute pas à convaincre les incrédules. Aussi, malgré la crainte bien légitime que nous eprouvons à faire des incursions sur un domaine qui nous est peu familier, nous allons hasarder une explication. Mais auparavant nous prions le lecteur de vouloir bien nous suivre sur un terrain qu'il ne connaît peut-être pas et dont l'étude est fort instructive. Il s'agit de la planète Mars.

Là-bas, l'hypothèse du rayonnement de la chaleur interne à travers une enveloppe solide est indiscutable. La quantité de chaleur solaire reçue par Mars dans un temps déterminé est seulement les 43 centièmes de celle qui parvient à la Terre. Sur l'une et l'autre planète, la proportion entre l'hiver et l'été est sensiblement la même, 37 pour l'hiver et 63 pour l'été (2). Sur Mars, la chaleur

(1) Lapparent, *Abrégé de Géologie.*
(2) D'un équinoxe à l'autre.

estivale peut donc être représentée en moyenne par $0,43 \times 63 = 27$, alors que sur la Terre nous recevons 37 pendant l'hiver.

Il est bien clair que si, toutes proportions gardées entre les saisons, nos étés devenaient tout à coup beaucoup plus froids que ne sont nos hivers, nous retomberions en pleine période glaciaire. Or, il fait au moins aussi chaud sur Mars que sur la Terre. Dans la saison froide, les neiges ne s'étendent pas à plus de 30 degrés autour du pôle ; elles fondent avec la plus grande facilité aux rayons du Soleil. Il en est de même des condensations aqueuses qui se forment pendant la nuit. Comme sur la Terre, la différence de température entre le jour et la nuit paraît nettement accusée, c'est l'influence du Soleil ; mais contrairement à ce qui se passe ici, la zone tempérée occupe presque toute la surface de la planète, c'est l'effet de la chaleur souterraine. L'intervention de celle-ci est favorisée par la porosité du sol, dont la densité moyenne, à peu près égale à celle des terrains lunaires, est environ les 7 dixièmes de celle des roches terrestres. Sur la Lune, la perméabilité du sol est attestée par le travail des eaux qui, au lieu de ruisseler à la surface en creusant des vallées, se sont égouttées à l'intérieur par le fond des cuvettes. Le sol martien est vraisemblablement imbibé d'eau qui, échauffée par le foyer central, remonte à la surface où la vapeur se condense. Le moindre rayon de Soleil fait disparaître cette buée. Si l'astre du jour tarde trop longtemps à se montrer, la buée s'épaissit et prend les apparences du givre et de la neige. Mais ces condensations ne sont pas bien épaisses, et, lorsque revient le Soleil, la neige, *prise entre deux feux*, fond comme elle le fait, par une belle journée d'hiver, sur les toits de nos maisons chauffées. Ainsi, sur Mars, une bonne partie de la chaleur superficielle est empruntée aux couches souterraines ; le reste, variable avec la saison et l'heure, est fourni par le Soleil.

Eh bien ! les premières solidifications qui ont apparu à la surface du globe n'étaient-elles pas constituées par une sorte d'*écume* légère et poreuse, analogue aux scories de forges ? La facilité avec laquelle ces scories ont été attaquées par les agents atmosphériques prouve assez qu'elles étaient perméables. Il n'y a donc aucune comparaison à établir entre elles et les roches actuelles qu'un long travail mécanique de compression a rendues plus ou moins compactes. Dans les temps primaires, l'eau a pu, comme aujourd'hui sur Mars, servir de véhicule pour faire arriver jusqu'à la surface du sol l'excès de chaleur interne. Elle paraît avoir été aidée dans ce rôle par des infiltrations granitiques ou autres venant de l'intérieur et auxquelles une haute température prêtait une liquidité particulière. Le métamorphisme qu'ont subi certains dépôts sédimentaires peut être invoqué aussi à l'appui de l'intervention du foyer central dans les phénomènes calorifiques superficiels. L'ère primaire a été caractérisée par une suite presque continue d'éruptions. A celles-ci se joignaient, sans doute, des dégagements de vapeur ou de liquides à haute température analogues à ceux qui produisent les solfatares, geysers et autres phénomènes thermaux. La chaleur accablante qui règne en été dans le voisinage de certaines stations thermales autorise à penser qu'à une époque où l'activité volcanique, au lieu d'être localisée comme aujourd'hui, était à peu près universelle, il suffisait du seul afflux des eaux chaudes à la surface du sol pour y entretenir une température tropicale.

D'ailleurs, la croissance régulière de la température avec la profondeur fait voir que l'écorce terrestre est encore le siège d'un échange incessant et régulier de chaleur entre les couches profondes et les couches extérieures. Ce qui est vrai maintenant l'était *à fortiori* quand cette écorce à la fois plus mince et plus perméable recouvrait un foyer calorifique plus intense. Lorsqu'on descend aujourd'hui à une profondeur, variable avec la latitude,

où la température est de 25 degrés par exemple, on ne peut pas nier que cette chaleur vienne de l'intérieur. Il en était de même pendant l'ère primaire; seulement la couche isolante de terre, qui protège actuellement l'intérieur du globe contre le rayonnement, était remplacée par une épaisse atmosphère. La protection était sans doute moins efficace, mais en revanche, l'afflux de chaleur interne plus considérable maintenait la même égalité de température.

Cet état de choses a pu durer aussi longtemps que l'écorce est restée assez perméable pour laisser un libre cours aux eaux souterraines. Puis, lorsque la compression, résultant du travail mécanique des agents extérieurs et de la diminution graduelle de volume du noyau liquide eut rendu les roches plus compactes, la croûte solide, dont le refroidissement augmentait progressivement l'épaisseur, a commencé à opposer une barrière sérieuse aux manifestations de l'activité volcanique (1); c'est sans doute à cette cause qu'il faut attribuer le calme relatif de l'ère secondaire. Alors le Soleil, qui pendant les temps primaires se réduisait à une grosse étoile entourée d'une lueur crépusculaire allongée dans le plan de l'écliptique, a augmenté de diamètre apparent ; ses rayons, pénétrant à travers une atmosphère moins haute et déjà purifiée, ont pu arriver jusqu'au sol et suppléer à la décroissance de la chaleur souterraine. Celle-ci s'échappait néanmoins en quantité suffisante pour provoquer une diminution importante dans le volume du noyau central. L'écorce solide, devenue trop compacte pour se resserrer encore, s'est brisée sous l'effort de la gravité, et c'est alors que se produisirent les prodigieux affaissements, accompagnés de soulèvements, qui ont donné au globe son relief actuel. Cette dernière convulsion de l'écorce terrestre, dont la

(1) On doit croire que l'écorce, poreuse et friable au début, obligée de se contracter pour s'appuyer toujours sur son support liquide, est devenue compacte avec le temps.

structure, d'après certains géologues, dérive de la forme tétraédrique, est une preuve manifeste de l'énorme perte de chaleur survenue depuis le début de l'ère secondaire. Combien plus grande encore a dû être la déperdition à travers l'écorce relativement mince et diathermane de l'ère primaire !

En résumé, la théorie du feu central paraît suffisamment établie par les faits pour qu'il y ait à craindre de la voir reléguée dans la partie historique de la science. Nous avons simplement voulu montrer ici qu'elle seule est capable de donner l'explication du phénomène paléothermal. Toutefois, pour que l'explication soit complète, il est nécessaire de renoncer à la conception de l'état primitif des planètes sous forme d'anneaux tournant dans leur plan. Évidemment, le système planétaire actuel procède d'une ancienne répartition, dans un espace annulaire, de la matière propre à chaque globe. Mais cet espace était parcouru par des matériaux mus dans chaque sens. C'est la chute de tous ces éléments vers un centre commun, jointe à leur condensation en globes séparés, qui a emmagasiné à leur intérieur cette prodigieuse quantité de chaleur dont la part restant après la déperdition de la période stellaire a maintenu pendant des millions d'années une température estivale à la surface de la Terre (1).

Le Soleil des temps primaires, simple point lumineux au centre d'une nébuleuse fortement aplatie, éclairait au loin la masse des éléments disséminés autour de lui. La Terre, encore chaude, et protégée contre le rayonnement extérieur par sa haute atmosphère chargée de nuages, circulait aux confins de cette lueur crépusculaire. A mesure que, par la condensation progressive de la nébuleuse solaire, le diamètre de l'astre central augmentait, une

(1) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, avril 1897, *Les Progrès récents de la Cosmogonie.*

lumière plus abondante et surtout moins diffuse arrivait à la Terre. En même temps, la chaleur souterraine était remplacée peu à peu par celle du foyer extérieur dont les rayons parallèles déterminent aujourd'hui le jeu des saisons.

Cette évolution singulière, au cours de laquelle la lumière augmente quand la chaleur diminue, fait ressembler la Terre à une vaste serre fortement chauffée pendant la nuit par un puissant calorifère dont les feux, baissant au lever de l'aurore, s'éteindraient vers le milieu du jour. Le Soleil remplace aujourd'hui pour nous le calorifère souterrain déjà presqu'éteint ; mais sa lumière et sa chaleur faibliront à leur tour ; viendra le soir, puis la nuit, et le foyer ne se rallumera sans doute pas avant l'époque, entrevue par les astronomes, où la Terre, tombant sur le Soleil, disparaîtra dans un embrasement gigantesque (1).

Vte DU LIGONDÈS.

(1) Voir dans l'ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES pour 1898 la Notice de M. Poincaré : *Sur la Stabilité du système solaire.*

L'IMPÔT SUR LE REVENU

SELON LE SYSTÈME DE

L'« INCOME TAX » BRITANNIQUE

Parmi les problèmes économiques ceux qui ont pour objet les finances de l'État sont au nombre des plus importants par la répercussion nécessaire et indéfinie — pour ne pas dire infinie — des mesures fiscales.

L'organisation de l'impôt appelle donc toute l'attention de l'économiste, et, particulièrement, l'organisation des contributions directes.

Sans doute, au premier regard jeté sur les budgets de recettes, on voit que ce sont les taxes indirectes qui donnent les gros rendements, mais ces taxes ne seront jamais que des expédients.

Tandis que l'établissement des impôts directs peut se faire conformément aux exigences de l'équité et requiert, à notre époque, l'application de règles scientifiques que l'expérience a permis de formuler et de coordonner.

La plus fondamentale de toutes, alors que les prestations requises des citoyens pour pourvoir aux services publics doivent être périodiques, c'est la convenance de la taxation du revenu de préférence à celle du capital, parce que le revenu se renouvelle par définition.

Ceci admis, l'imperfection radicale des systèmes indiciaires saute aux yeux — et en même temps leur injustice foncière. Si le fisc attend, pour atteindre le revenu, que

celui-ci soit dépensé, se manifeste dans le prix du loyer de la maison d'habitation, l'importance du mobilier, le nombre de domestiques, il évite — c'est certain — les inquisitions et les vexations, mais il renonce à la taxation proportionnelle véritable, à la taxation équitable. Car il surcharge le citoyen qui supporte déjà le plus de *contributions* sociales par son niveau de vie lié aux exigences professionnelles ou familiales. Car il décharge l'avare, le rentier et le célibataire à qui n'incombent pas les mêmes obligations et qui sont des entités économiques bien moins dignes d'intérêt.

Bref, l'impôt sur les signes apparents du revenu, comme élément prépondérant des impositions directes, est un système suranné dont la survie en Belgique et en France s'explique par des circonstances particulières, mais qui a été remplacé dès longtemps en Angleterre, plus récemment dans les cantons Suisses, en Italie, en Prusse, dans les Pays-Bas...

Il y a deux systèmes typiques d'impôt sur le revenu vrai, l'un assis sur le revenu *personnel* et global, l'autre sur les sources *réelles* du revenu, sur le revenu des choses et des professions.

Leur coexistence n'est qu'une des nombreuses manifestations du double courant d'idées qui partage les esprits au sujet de l'organisation des sociétés, l'un étatiste et autoritaire, l'autre individualiste et libéral. Mais tandis qu'en certains milieux ils se trouvent en conflit, ailleurs l'un triomphe aux dépens de l'autre. C'est ainsi que nous trouvons dans l'*Einkommensteuer* prussien le type de l'impôt sur le revenu global, dans l'*Income tax* britannique le type de l'impôt sur les revenus.

Comment conviendrait-il d'organiser en France et en Belgique l'impôt sur le revenu vrai, de façon à le substituer à l'ensemble des contributions directes ?

On peut affirmer déjà ce qu'il ne doit pas être. Il ne doit pas être calqué sur le système prussien comme l'était

le projet Doumer, qui fut mortel à ses parrains — comme l'était une proposition de loi de M. H. Denis et de ses amis déposée en Belgique il y a quelques années — comme l'est la proposition nouvelle et plus modeste de M. H. Denis dont la Chambre des Représentants belge est actuellement saisie.

Est-ce à dire pourtant que ce système soit mauvais *en soi ?* Non. Il réalisa en Prusse un progrès sensible sur le système auquel il fut substitué : il réduisit l'arbitraire administratif qui régnait du temps de l'impôt de classe. Il fut pour de nombreux contribuables un instrument de libération, en les mettant en mesure d'établir leur revenu vrai (1).

Au contraire, substitué au régime français ou belge des contributions directes, généralement basées sur des indices de revenu, le système de l'impôt *personnel* sur le revenu, le système de l'impôt perçu sur le revenu global du contribuable ne serait rien moins qu'une mesure de liberté. Dans l'obligation générale de la déclaration du revenu, le public ne verrait point un avantage, mais une contrainte fâcheuse et une source de vexations. Les Latins sont ainsi faits (2).

Tout système de taxes, à le supposer théoriquement équitable, ne convient point en tout milieu. La parole que Disraëli prononçait il y a un demi-siècle est toujours vraie : « En matière de finances, les sentiments du peuple doivent entrer en ligne de compte aussi bien que les principes de la science ».

(1) Sur les fraudes auxquelles le système ne prête que trop certainement, voir par exemple le BULLETIN DE STATISTIQUE ET DE LÉGISLATION COMPARÉE, livraison de mai 1902. Voir aussi sur les rendements le même BULLETIN, livraison d'avril de la même année. La Prusse en est encore à la période d'acclimatation de l'impôt sur le revenu. A la campagne son fonctionnement est très défectueux, et pour cause.

(2) En Prusse, la déclaration *assermentée* est obligatoire pour tous les revenus qui atteignent ou dépassent 3000 marks. Bien que les revenus de 900 à 3000 marks soient taxés, les contribuables ne sont pas astreints à les déclarer. Plus de trois millions de contribuables sont dans ce dernier cas.

D'autres considérations encore, tirées d'ailleurs de l'ambiance elles aussi, doivent guider le choix des réformateurs.

Tels sont les besoins du budget français qu'il faut, en France, rechercher avant tout un impôt productif. Or, la productivité de l'*income tax*, c'est-à-dire de l'impôt sur le revenu, est liée aux modalités caractéristiques de sa perception. Sa supériorité sur l'impôt personnel est bien établie à cet égard.

De même la productivité croissante, et constamment et rapidement croissante, de l'impôt sur le revenu est bien mieux assurée par un impôt réel que par une taxe personnelle. Le contribuable ne se résoudra que malaisément et quand il le faudra bien à déclarer son revenu en progrès; il aura soin, au contraire, de réclamer un dégrèvement dès qu'il en aura le motif ou même le simple prétexte (1). Il en va tout autrement pour l'*income tax*. On a calculé récemment que l'augmentation des revenus assujettis à cette taxe avait été en moyenne, pour les douze dernières années, de 250 millions de francs par année.

Dans son organisation actuelle, l'impôt britannique sur le revenu est très démocratique. Sans donner prise aux critiques des adversaires de l'impôt progressif, il réalise une taxation différente des revenus d'inégale importance. Les revenus inférieurs à 4000 francs ne sont pas imposés. A partir de cette somme la taxation est établie selon une échelle graduée de 160 à 700 livres, pour aboutir à la taxation pleine des revenus de ce dernier chiffre. Pour tous les revenus supérieurs à 17 500 francs, la taxe est proportionnelle au revenu.

Dans ce système, la fonction de la déclaration est ingénieusement retournée : au lieu d'être un devoir, c'est un droit. Sauf pour les revenus industriels et profession-

(1) Les recettes de l'impôt prussien sur le revenu ont subi un accroissement rapide de 1896 à 1901, mais c'est grâce à une augmentation *extraordinaire* du nombre des contribuables due aux investigations du fisc.

nels — qui fournissent il est vrai une part importante des recettes de l'*income tax*, et pour lesquels la déclaration est une nécessité dans l'hypothèse de l'imposition du revenu — cette déclaration n'est pas une obligation, mais une faculté. C'est un moyen d'obtenir la restitution de l'impôt ou un dégrèvement de celui-ci, tantôt pour cause de modicité du revenu, tantôt pour la fraction du revenu affectée au service d'un contrat d'assurance sur la vie.

Abondamment productif et de productivité croissante, amplement démocratique par son tarif dégressif sans pourtant cesser d'être équitable, l'impôt britannique sur le revenu se fait remarquer par son élasticité. Par là encore il mérite de s'imposer à l'attention. On peut dire qu'une taxe — modérée toujours — mais susceptible d'être légèrement accrue ou réduite selon les besoins annuels, doit être mise à la disposition des grands pays civilisés, dont les dépenses annuelles sont, par la force des choses, d'importance variable.

Insistons un moment sur ce point.

Au taux de 8 pence à la livre, taux ne représentant que 3,33 p. c. du revenu, l'*income tax* aujourd'hui produirait au minimum 20 millions de livres, soit 2 500 000 livres au *penny* (1).

Ce rendement peut être rapproché de celui des contributions directes de la France. Le ministre des finances de la République qui, en majorant l'impôt de *huit sous* — quarante centimes — par cent francs de revenu, majoration correspondante à un penny par livre, obtiendrait une majoration de recette d'une soixantaine de millions aurait en mains un instrument de fiscalité d'une souplesse inconnue jusqu'ici sur le continent !

Ces surcharges temporaires résultant de l'adjonction d'un ou de plusieurs deniers à la taxe sont d'autant plus

(1) Au taux de 1 shilling 2 pence l'impôt a produit 36 000 000 de livres en 1901-1902.

aisées en Angleterre, qu'elles laissent intactes les ressources des citoyens dont le revenu est médiocre. C'est ce qui explique que le rendement de l'impôt au penny n'ait pas fléchi pendant la guerre du Transvaal, trompant en cela les prévisions timides du chancelier de l'Échiquier! Aussi comprend-on l'enthousiasme de sir Michaël Hicks Beach, qui s'écriait lyriquement dans son dernier *budget speech* : « Le vaisseau qui porte pendant la tempête le chancelier de l'Échiquier et le pays, c'est l'*income tax !* »

Remarquons-le, la facilité extrême avec laquelle il est ajouté à l'*income tax* rend aisés et presque obligés les dégrèvements dès que l'état du budget les autorise.

En Belgique aussi la question de la refonte du système des contributions directes se posera quelque jour. Un simple coup d'œil sur notre budget des voies et moyens, à quelques années de distance, nous montre le très rapide accroissement des recettes que procurent au Trésor les impôts indirects (la douane et surtout l'accise) d'une part, les péages (chemins de fer) d'autre part. Au regard de cet accroissement par bonds, prodigieux, presque vertigineux, celui des impôts directs est timide et lent, presque nul. Ainsi la proportion désirable entre les ressources fiscales de diverses natures se trouve rompue. Ainsi la convenance d'une réforme apparaît, se dessine et quelque jour s'imposera. Car l'importance de plus en plus considérable des ressources que l'alcool fournit au budget devient un danger, en liant l'équilibre budgétaire à la consommation alcoolique. On voit par là tout l'intérêt qu'il y a à orienter les réformes fiscales dans une voie nouvelle.

L'introduction de l'impôt réel sur le revenu — à l'instar de l'*income tax* — dans le système fiscal de la Belgique ou de la France, serait bien plus aisée que la réforme à l'instar de l'impôt prussien.

L'*income tax*, comme tout impôt réel sur le revenu, est et ne peut être qu'un ensemble de taxes, foncières et mobilières, sur les divers revenus. Pour réaliser l'impôt

sur le revenu en France d'après ce type, il n'y aurait donc qu'à coordonner en un tout symétrique les contributions existantes : taxe foncière, contribution personnelle, patentes et impôts sur les valeurs mobilières.

Ici surgit une objection. La taxation uniforme de tous les revenus, quelles qu'en soient la source, la consistance, la stabilité, ne répond ni aux exigences de l'équité ni à celles de la science.

C'est vrai.

Mais l'uniformité de l'*income tax* n'est qu'apparente.

Prenez les revenus fonciers, celui du *landlord* d'une part, celui du fermier de l'autre. Le propriétaire paie l'impôt sur le fermage qu'il perçoit, sous une légère déduction, de façon à ce que le revenu net soit seul atteint. Le fermier, lui, ne paie que selon une présomption : son revenu net est présumé égal au tiers du fermage. L'inégalité n'est pas choquante : bien au contraire, elle paraît équitable. Mais le traitement des deux revenus, celui de la propriété et celui du travail, est, comme il convient, profondément différent.

Tandis que le revenu tiré de la propriété bâtie ou non bâtie n'est taxé que sous certaines déductions, de façon à ramener le revenu brut au revenu net et réel, pour le revenu des fonds publics le tarif est appliqué tel quel, le revenu en question étant de sa nature un revenu net.

Même traitement pour les traitements et pensions, revenus nets aussi. Revenus du travail, direz-vous. Sans doute. Mais le traitement qui paraît rigoureux s'explique et se justifie. L'*income tax* a remplacé un impôt sur les traitements et fonctions. Puis l'Angleterre est le pays des gros traitements et des pensions plantureuses. Cette partie du système n'est pas un article d'exportation.

Les diverses taxes incorporées à l'*income tax* sous ses diverses cédules méritent d'être étudiées séparément.

Pour l'instant ne nous arrêtons donc pas davantage aux détails. Notons pourtant le souci du législateur bri-

tannique de rechercher le revenu vrai, notamment en matière de loyer, ainsi que la souplesse du système d'assiette, et celle du système de perception.

Voyez, par exemple, la taxation des revenus de l'exploitation agricole. Pour assiette de l'impôt une simple présomption. Mais à l'abri de cette présomption le fermier peut améliorer les cultures sans crainte de la fiscalité...

Voyez encore les facilités données aux contribuables qui ont à déclarer leurs revenus professionnels. S'il leur plaît, ils peuvent répudier le contrôle des agents locaux. Et une certaine latitude leur est laissée pour l'évaluation du revenu imposable, grâce à laquelle ils demeurent à l'égard du fisc, selon l'expression anglaise si caractéristique, « *very safe* ». L'on a calculé que cette faculté équivalait à une réduction très sensible de la charge pour ceux qui, sous la cédule D, sont contribuables à titre personnel.

En résumé, l'imposition du revenu réel apparaît surtout comme le moyen de dégrever les petits contribuables. Si l'on implantait l'impôt sur les revenus en France en y incorporant des compensations au profit de ceux qui contribuent aux charges collectives par l'éducation d'une famille, on réaliserait la meilleure et la plus efficace des réformes, en même temps que la plus aisée à appliquer par l'administration, à faire accepter par le public.

Si l'idée de traiter différemment en France le célibataire et le père de famille est ici mise en avant, alors qu'elle n'apparaît pas dans le système britannique, c'est que les mœurs des deux pays sont bien différentes, c'est que le contribuable n'envisage pas de la même façon, des deux côtés du détroit, le fait d'avoir des enfants. Le système d'éducation diffère profondément, essentiellement chez les deux races, et c'est ce dont nous tenons compte.

Le fisc britannique encourage la prévoyance individuelle par les avantages qu'il réserve aux assurés sur la vie. Pourquoi le fisc français n'encouragerait-il pas la prévoyance civique en favorisant ceux qui assurent l'avenir de la Patrie ?

PREMIÈRE PARTIE

CARACTÈRES ET FONCTIONS DE L' « INCOME TAX »

I

VUE D'ENSEMBLE

Nature de l'*income tax*. L'*income tax* de Pitt. L'*income tax* d'Addington : le *stoppage*. — L'*income tax* système d'impôts. Les cédules. Le tarif dégressif. Rôle de la déclaration — L'*income tax* de guerre et l'*income tax* de paix. — L'*income tax* compteur de la richesse publique. — L'*income tax* et la répartition des charges publiques.

L'*income tax* britannique doit être rangé dans la catégorie des taxes *réelles* sur le revenu.

Personnel ou réel, l'impôt sur le revenu est assis sur une réalité, qu'on veuille bien le remarquer. La base de la perception, dans l'un et l'autre cas, ce sont les ressources annuelles que le contribuable tire de son patrimoine et de son travail ; l'impôt est, dans l'un et l'autre cas, basé sur une vérité, non sur une présomption ou un ensemble de présomptions, comme l'est, en France et en Belgique, la contribution personnelle.

Impôt personnel et impôt réel sur le revenu sont deux espèces d'un genre unique, l'impôt direct sur le revenu vrai.

Ce qui les distingue l'un de l'autre, c'est que l'impôt personnel est basé sur le revenu global du contribuable. Dans ce cas le revenu de chaque contribuable est considéré comme un tout, comme une unité.

L'impôt réel sur le revenu, au contraire, est basé sur les diverses sources de revenus, la terre, les maisons, les valeurs mobilières, les professions ; c'est le revenu des choses que le fisc atteint et veut atteindre, ce n'est pas la personne.

Quand, en 1798, Pitt introduisit l'impôt sur le revenu dans le système fiscal de la Grande-Bretagne, ce fut — chose digne de remarque — sous la forme d'une imposition sur le revenu global. Mais bientôt ce mode de taxation du revenu fut abandonné, à cause des inconvénients qu'il présentait, des difficultés et des fraudes auxquelles le recouvrement donnait lieu.

Avec le sens éminemment pratique qui caractérise le génie anglo-saxon, Addington comprit que le contribuable, une fois en possession de ses revenus, n'a plus qu'une idée, c'est d'en garder pour lui la plus grande part possible et de réduire le fisc à la portion congrue. Quand, en 1842, sir Robert Peel réintroduisit l'*income tax* dans le budget, ce fut du système d'Addington qu'il s'inspira.

De là vient à l'*income tax*, sous sa forme actuelle, sa note caractéristique, qui est de saisir, chaque fois qu'il est possible, le revenu à sa source et d'en distraire la part du fisc avant même qu'elle arrive entre les mains du bénéficiaire. C'est ce qu'on appelle le *stoppage*, la retenue. L'impôt sur les fermages et les loyers est saisi par le fisc entre les mains du fermier ou du locataire. De même, l'impôt sur les valeurs mobilières est dû par les banques qui font le service des coupons, l'impôt sur les traitements et les pensions par l'administration ou par la personne qui doit le traitement ou sert la pension.

On estime en Angleterre que la productivité de l'*income tax* est liée à cette modalité de sa perception. « Ce qui fait qu'on peut recueillir aussi facilement d'aussi grosses sommes, disait à la Chambre des Communes, le 16 avril 1894, le chancelier de l'Échiquier — c'était alors sir William Harcourt — c'est que la masse en est saisie à la source même et sur des personnes qui n'en sont pas affectées en dernier ressort. Dans la plupart des cas, au moins pour les trois quarts, la perception se fait automatiquement. Les facultés de chaque contribuable ne sont soumises à aucune inquisition ; l'on ne demande à voir ni

le journal ni le livre de caisse. La plupart du temps la taxe est distraite du revenu avant qu'il parvienne à l'intéressé, et bien des gens restent dans une heureuse ignorance de l'*income tax* qu'ils paient. »

Napoléon Ier a porté sur l'*income tax* ce jugement topique : « Tout le monde s'en plaint, ce qui prouve que tout le monde le paie ». Nul revenu n'est soustrait à l'*income tax*, du moins en principe. Mais pour les divers revenus la perception a lieu selon des procédés différents appropriés à la nature diverse des revenus.

L'*income tax* n'est pas un impôt, mais un système d'impôts ; c'est un code de taxes, selon l'expression de Gladstone.

En principe, tout revenu est également atteint par le fisc. En pratique, les choses sont un peu différentes.

Tandis qu'il est aisé de connaître le chiffre vrai d'un loyer, ou du revenu d'un titre de rente, ou d'un traitement officiel, ou d'une pension, il l'est moins de savoir ce que gagne un commerçant, ou un avocat, ou un agriculteur. De là, la distribution de tous les revenus dans cinq classes, appelées *cédules*, et portant chacune comme dénomination distinctive une des cinq premières lettres de l'alphabet.

On sait qu'en Angleterre « la propriété de la terre est entièrement enlevée aux mains de ceux qui la cultivent », selon l'expression d'Émile de Laveleye. Le revenu des fermiers forme une de nos cinq cédules. Mais allez donc exiger du cultivateur qu'il évalue son revenu ! Cette exigence serait ridicule. En conséquence, la loi détermine ce revenu par une présomption : elle le suppose égal à une certaine quotité du loyer, tout en permettant au fermier de préférer la taxation selon ses bénéfices réels s'il est en mesure d'en fournir l'estimation, auquel cas il n'est plus taxé sous la cédule B, mais sous la cédule D.

Ces indications très succinctes suffisent à mettre en lumière une autre caractéristique de l'*income tax*. C'est un ensemble de taxes ayant chacune, et pour l'assiette et

pour la perception, ses règles propres, établies selon la nature même du revenu.

Ce qui fait de cet ensemble un système c'est, à première vue, l'égalité de la taxation : autant de *pence* par livre de revenu. A voir les choses de plus près, on constate cependant que cette égalité est plus apparente que réelle et que chaque espèce de revenu est traitée différemment.

Dans cette différence de traitement apparaît, d'ailleurs, le souci de l'équité. C'est ainsi que sous la cédule A, la cédule de la propriété foncière, nous voyons la loi défalquer du revenu imposable un tantième du revenu de la terre et un tantième différent du revenu de la propriété bâtie, de façon à n'atteindre que le revenu *net*.

Néanmoins, l'*income tax* est un système de taxes. Selon le professeur Bastable, le lien qui réunit ces taxes apparaît seulement dans les cas de réduction ou d'exemption de l'impôt. Léon Say partageait cette manière de voir.

L'*income tax* doit sa cohésion et son unité au tarif dégressif qui le complète. Ce tarif est un legs de l'*income tax* de Pitt, qui, assis sur le revenu personnel global, ne s'appliquait qu'aux revenus d'une certaine importance.

Ce caractère n'a fait que s'accentuer avec le temps. Au fur et à mesure que la richesse s'est développée et que les besoins ont augmenté avec les ressources, on a étendu les exemptions et les réductions d'impôts.

Aujourd'hui le contribuable qui établit que son revenu ne dépasse pas 160 £ (quatre mille francs) n'est pas soumis à l'*income tax* et peut récupérer ce qui a été indûment payé pour lui, par exemple en retenues sur ses coupons d'intérêt.

Jusqu'à 700 livres de revenu on obtient, selon un tarif gradué, des réductions d'impôts. C'est ainsi que le contribuable qui a un revenu de 700 £ n'est taxé que pour un revenu de 630 £. S'il y a lieu, il obtient lui aussi une ristourne.

Autant qu'il est possible, le fisc évite d'exiger une

déclaration, une confession du contribuable, déclaration dont la sincérité ne peut être obtenue qu'au détriment de l'intérêt pécuniaire. La précaution est sage : le législateur ne doit pas placer les contribuables devant cette alternative ou de trahir la vérité ou de sacrifier leurs intérêts matériels. C'est ce que les Anglais, gens pratiques, ont compris. C'est ce que n'a pas su réaliser, semble-t-il, le législateur prussien, car les adversaires de l'*Einkommensteuer*, quand le projet qui l'établissait fut discuté au Landtag, ont pu dire que c'était un impôt sur la conscience.

En Angleterre, sauf s'il est taxé sous la cédule D, le contribuable n'a pas de déclaration obligatoire à faire au fisc en ce qui concerne ses revenus. Ce n'est qu'au cas où il entend réclamer un régime de faveur qu'il est invité à faire connaître ses ressources.

Il est bien vrai que la cédule D est la plus productive de toutes, qu'elle est la pièce maîtresse du mécanisme. Mais, comme on le verra, sous la cédule D sont taxés notamment tous les revenus provenant des sociétés anonymes industrielles, minières, financières, en y comprenant ceux des chemins de fer et des compagnies de navigation. Les déclarations que ces personnes morales ont à faire ne donnent pas prise à la critique qui vient d'être formulée a l'égard de l'impôt sur le revenu global. Du moins, elles sont bien loin de présenter les inconvénients et les dangers des déclarations individuelles visant le revenu tout entier.

Sans doute on aimerait à voir dans l'*income tax* une forme si libérale de l'impôt sur le revenu que la perception intégrale de la taxe s'y ferait automatiquement, sans qu'un état de ses ressources professionnelles fût exigé du contribuable. Mais cela n'est pas possible. Il ne faut jamais perdre de vue que la meilleure forme de l'impôt n'est que la moins mauvaise et par la force des choses ne peut être que cela.

Le rôle de l'*income tax* dans le budget est multiple.

Originairement l'*income tax* a été introduit dans le système financier à titre tout à fait temporaire. Ç'a été une taxe sur le patriotisme, une taxe de lutte et de détresse...

Bien que ce soit en temps de paix qu'on ait rétabli l'*income tax* aboli après Waterloo, c'est en temps de guerre seulement qu'on en a élevé le taux, qu'on a demandé aux contribuables assujettis à la taxe pleine plus de 3,33 p. c. de leurs revenus. Même ce taux, bien faible en réalité, n'est pas considéré par les contribuables comme normal, mais comme un taux de paix armée.

Selon la politique traditionnelle du Royaume-Uni, en cas de guerre, il est pourvu partiellement aux charges exceptionnelles par une augmentation temporaire d'impôts. C'est ainsi qu'à l'époque de la grande guerre du commencement du XIXe siècle les contribuables astreints à l'*income tax* ont pendant treize ans payé deux shillings par livre de revenu, comme le rappelait sir Michaël Hicks Beach dans son exposé budgétaire de 1901.

Quelques chiffres à ce sujet feront voir, à la fois, que les gouvernants osèrent taxer le patriotisme des contribuables et que la perception de l'impôt sur le revenu selon le système britannique actuel est pleinement efficace.

Au début de la guerre avec la France les charges demeurèrent faibles. En quatre ans, de 1793 à 1797, il ne fut perçu que 70 millions de livres de taxes, tandis que de 1799 à 1802 on perçut, pour le même laps de temps, 134 750 000 livres.

En 1803, l'ensemble des impôts directs fournissait 37 250 000 £, tandis qu'en 1815 il fournissait 75 500 000 £. Cette dernière somme suffisait à couvrir les dépenses annuelles, à l'exception des charges résultant des emprunts contractés depuis le début de la guerre.

L'*income tax* de Pitt était de 10 p. c. du revenu et avait produit 5 800 000 £ par an. La taxe de 1803, celle

d'Addington, était de 5 p. c. seulement et quand on la porta à 10 p. c., en 1806, elle produisit 11 600 000 £, c'est-à-dire exactement le double de ce que donnait la taxe sous sa forme primitive. Dans les deux cas les exemptions accordées aux citoyens les moins fortunés étaient les mêmes. Mieux assise, la taxe, tout en demeurant au taux d'ailleurs élevé de 10 p. c., vit croître successivement son produit jusqu'à la somme de 14 millions de livres en 1814.

On ne s'étonnera pas, en présence des chiffres cités, que l'*income tax* ait paru aux contemporains d'Addington une lourde charge. Quand, après la guerre, on abolit l'*income tax*, le Parlement, pour répondre au sentiment public, ordonna que les registres qui avaient servi à percevoir l'impôt fussent brûlés.

Pourtant, quand un quart de siècle plus tard Robert Peel voulut réformer le système d'impôts du Royaume-Uni, ce fut à l'*income tax* qu'il eut recours, ce fut l'*income tax* qui servit de rançon à la liberté économique.

Nourrissait-il — et Gladstone après lui — l'illusion que le rétablissement de l'*income tax* serait temporaire ? Aujourd'hui encore, alors que l'*income tax* est devenu un rouage important, indispensable du système financier, cet impôt n'est perçu qu'en vertu d'un vote annuel du Parlement, à la différence de ce qui a lieu pour la majeure partie des recettes du budget, lesquelles sont permanentes non seulement en fait, mais en droit.

Lors de la guerre de Crimée le taux de l'*income tax*, qui avait été de 7 pence à la livre depuis 1842, fut porté à 14 pence (année 1854-1855), puis à 16 pence. A ce taux l'impôt produisit 16 892 000 £ en 1856-1857, ce qui correspond à une productivité d'environ un million sterling par denier.

Ramené à 7 pence dès l'année suivante, nous voyons varier le taux de l'*income tax* selon les besoins du budget et les tendances économiques des partis au pouvoir. C'est

ainsi que l'*income tax* est réduit à 2 pence en 1874-1875 par le ministre conservateur Disraëli.

A la veille de la guerre du Transvaal, le taux de l'*income tax* était de 8 pence depuis la réforme de sir William Harcourt en 1894. Ce taux, établi à 1 shilling au budget de 1900-1901, puis à 1 sh. et 2 pence, soit le taux imposé au début de la guerre de Crimée, fut porté à 1 sh. et 3 pence au budget de 1902-1903. Mais le penny de l'*income tax* est autrement productif qu'il y a un demi-siècle : il vaut à présent 2 570 000 £ (1). L'adjonction d'un penny à l'*income tax* ajoute une bonne soixantaine de millions de francs aux recettes budgétaires.

Pour l'année 1899-1900, au taux de 8 pence taux de paix armée, comme nous l'avons appelé, le rendement de l'*income tax* avait été de 18 828 958 £ (2).

Pour l'année 1900-1901, le produit net de l'*income tax*, au taux d'un shilling, a été de 29 705 312 £, dépassant, à cent mille livres près, l'évaluation budgétaire de la somme énorme de 4 millions de livres, tandis que la recette de l'Échiquier dépassait de plus d'un million sterling les prévisions (3).

Enfin pour l'année 1901-1902, la dernière dont les

(1) D'après les recouvrements de l'année 1901-1902.

(2) Tous les chiffres récents sont cités d'après les documents officiels. Ils sont extraits soit directement des rapports annuels des commissaires du revenu intérieur, soit du BULLETIN DE STATISTIQUE ET DE LÉGISLATION COMPARÉE, publié par le ministère des Finances français, soit des notes réunies par la direction générale des contributions directes de France, en 1894, sous ce titre *L'impôt sur te revenu et t'impôt sur tes revenus dans tes pays étrangers.* C'est d'après le BULLETIN DE STATISTIQUE que sont cités les *budget speeches* des chanceliers de l'Échiquier.

(3) En ce qui concerne l'*income tax*, les « Commissaires du revenu intérieur de S. M. » ont introduit dans leur rapport annuel, à partir du 55e, lequel a pour objet l'année fiscale qui a pris fin au 31 mars 1902, d'heureuses innovations. C'est ainsi qu'un tableau relatif aux recettes de l'*income tax* rapproche des évaluations budgétaires la *recette de t'Échiquier*, la *recette nette* et le *produit net*.

La *recette de t'Échiquier* est la somme encaissée par la Trésorerie, au 31 mars.

La *recette nette* est la somme recueillie par le personnel *ad hoc*, dans

résultats soient acquis en ce moment, le produit net atteignit 36 millions de livres, c'est-à-dire 900 millions de francs, dépassant les évaluations de 2 800 000 £.

Celles-ci se trouvèrent inférieures aux recettes de l'Échiquier de plus d'un million sterling, tout comme l'année précédente.

En présence de pareils rendements, on se demande ce qu'il faut admirer davantage, de l'instrument fiscal ou du peuple dont le mécanisme fiscal met les ressources en œuvre et en lumière.

Le rôle de l'*income tax* comme moyen de pourvoir aux dépenses de la récente guerre apparaîtra plus nettement encore par le rapprochement de quelques chiffres.

Mais d'abord faisons remarquer qu'en Angleterre on distingue avec raison les recettes fiscales proprement dites des autres sources de revenus auxquelles s'alimente le budget, et dont la principale est le produit *brut* de la régie des postes. La comparaison portera sur les rendements de l'*income tax* dans l'ensemble des recettes fiscales proprement dites, c'est-à-dire dues aux douanes et à l'accise, aux droits de succession, au timbre et aux impôts directs.

Voici d'abord une année normale.

Pour l'exercice 1897-1898 l'ensemble des recettes fiscales a été de 88 548 000 £ ; l'*income tax* y intervient pour 17 250 000 £.

Pour les années de guerre 1900-1901 et 1901-1902 les recettes sont ainsi évaluées :

1900-1901. — Sur la base des impôts anciens les recettes n'auraient pu être évaluées qu'à 96 350 000 £, dont l'*income tax* aurait fourni 18 800 000 £.

l'année, sous déduction des remboursements de toute sorte au profit des contribuables.

Enfin le *produit net* de l'*income tax* est l'estimation de la production annuelle de l'*income tax*.

Les évaluations budgétaires se rapportent à la recette de l'Échiquier.

Grâce aux nouveaux impôts, on a pu escompter 108 667 000 £ de recettes fiscales, dont on a demandé 25 300 000 £ à l'*income tax*.

Dans le fait, les recettes totales ont été de 109 562 000 £. L'*income tax* a fourni 26 920 000 £. Sans la plus-value du rendement de l'*income tax*, la recette totale eût été inférieure aux prévisions.

1901-1902. — Sur la base des impôts existants, y compris les taxes nouvelles établies en 1900, les recettes s'évaluaient à 111 200 000 £, dont l'*income tax* en fournirait 30 000 000.

Mais il y a été ajouté de nouvelles charges, en vue de porter la totalité des recettes fiscales à 122 200 000 £ et la part de l'*income tax* à 33 800 000 £.

Cette fois les recettes provenant de l'impôt ont été d'environ 300 000 £ inférieures aux prévisions, malgré la plus-value des rendements de l'*income tax*, lesquels ont dépassé d'un million sterling l'évaluation budgétaire.

En temps normal l'*income tax* représentait, d'après ces données, 19,2 p. c. des recettes fiscales. Alors que celles-ci se sont accrues d'environ 40 p. c., l'*income tax*, grâce à son élasticité, y fait mieux que garder son importance proportionnelle. Son rendement présumé représente non plus 19,2 p. c., mais 27,7 p. c. de la totalité des recettes escomptées pour 1901-1902, et 28,5 p. c. des recettes effectivement réalisées !

Le rôle important que l'*income tax* joue dans le budget pourrait être plus grand encore. Si cela n'est pas, c'est que les gouvernants anglais ne veulent pas, à l'aube du XXe siècle et en un temps de démocratie, faire peser sur une seule catégorie de citoyens tout le poids de la guerre. Voici comment s'exprimait à ce propos, dans la conclusion de son *budget speech* de 1901, le chancelier de l'Échiquier : « Toute augmentation d'impôt est odieuse, je le sais bien. Je défie qui que ce soit d'imaginer une nouvelle taxe qui ne soit pas odieuse. Mais, si une sorte

d'imposition est plus détestable qu'une autre, c'est la taxation inégale, et je ne puis concevoir rien de plus inique, quand la politique du pays et l'augmentation de dépenses qui en résulte ont reçu la consécration du vote de la nation entière, qu'une seule classe du pays ait à supporter le fardeau ainsi accru. »

Quoi qu'il en soit, les rendements de l'*income tax* en temps de guerre sont à tous points de vue remarquables. Ils le sont surtout par la facilité avec laquelle ils sont obtenus, sans effort de l'administration, sans frais supplémentaires sensibles, sans tâtonnements, sans risques pour l'équilibre budgétaire.

La réintroduction de l'*income tax* dans le budget depuis 1842 ne lui a donné qu'un rôle d'appoint *en temps de paix*.

Dans l'ensemble des recettes fiscales il n'est, en temps normal, qu'assez peu de chose. Si nous prenons, par exemple, les résultats de l'exercice 1897-1898, nous voyons que le produit des douanes a été de 21 798 000 £ et celui de l'accise de 28 300 000 £ ; celui des droits de succession et de timbre de 17 750 000 £. Enfin le rendement de l'*income tax* a été de 17 250 000 £.

Et remarquons-le, avant le régime de la paix armée, qui a transformé tous les budgets européens, le rôle de l'*income tax* était bien moindre encore. De 4 pence entre 1865 et 1868, l'*income tax* n'est que de 2 ou 3 pence de 1873 à 1878. De 5 ou 6 pence les années suivantes, il monte à 8 pence en 1885 et 1886, mais nous le retrouvons à 6 pence de 1888 à 1893.

Normalement, l'*income tax*, bien qu'il soit un système de contributions directes, n'est que le complément des recettes fiscales. Comme, d'autre part, l'*income tax* est le plus productif des impôts sur le revenu, il s'en faut que l'idée d'impôt sur le revenu soit en fait synonyme de celle d'impôt unique, capable de couvrir les dépenses des États modernes. Pour être la forme la plus parfaite — ou la

moins imparfaite — de l'impôt direct, l'impôt sur le revenu n'est qu'un élément du budget, une des voies où le fisc peut s'engager à la poursuite des ressources nécessaires aux services publics.

Le taux de l'*income tax* est significatif : ç'a été, de 1842 à 1854, 7 pence à la livre sterling, c'est-à-dire moins de 3 p. c.

Si en temps de guerre c'est l'attelage de renfort destiné à sauver le char embourbé du budget, en temps normal son rôle est plus modeste. C'est vraiment une taxe patriotique, une taxe de défense nationale, dont le poids s'aggrave, chaque fois que le service des armées de terre ou de mer exige plus de ressources.

En remontant au rétablissement de l'*income tax* par sir Robert Peel, en 1842, l'on voit qu'il était destiné à ménager la transition du régime des *corn laws* et des multiples taxes indirectes au régime de la liberté économique et de la douane purement fiscale. C'était, ce devait être, une mesure tout à fait temporaire.

Même à ce titre, Peel dut l'imposer à son parti. Une fois de plus il fut démontré que les grandes réformes sont le fait d'une volonté individuelle énergique bien plus que d'une assemblée. Car on ne vit pas dès l'abord l'importance et les conséquences de la mesure, qui fut votée seulement pour trois ans.

Renouvelé successivement jusqu'au moment de sa constitution définitive en 1853 par Gladstone, qui l'étendit à l'Irlande, et qui, lui aussi, en l'établissant garantissait sa suppression après peu d'années, l'*income tax* acheva d'être ancré dans le budget lors de la guerre de Crimée.

Chaque année, il est vrai, le Parlement en consacre le maintien par un vote formel, mais, par le fait de ce régime, qui n'est pas celui de la généralité des taxes, une fonction caractéristique s'est trouvée en fin de compte incomber à l'*income tax* : il est devenu l'élément *élastique*

du budget, celui que l'on modifie au gré des événements, pour obtenir l'équilibre des dépenses et des recettes.

Ce rôle de l'*income tax* est bien mis en lumière par M. J. Hill. « S'il arrive, dit cet auteur, que les revenus soient insuffisants pour faire face aux dépenses gouvernementales prévues, on y pourvoit en ajoutant un penny à l'*income tax*. Si les revenus fournissent des excédents, on peut éviter au pays une charge qui n'est pas indispensable et l'accumulation inopportune des fonds de trésorerie en dégrevant l'*income tax* d'un penny. La taxe a prouvé fréquemment qu'à ce point de vue elle est une ressource précieuse, grâce à laquelle le chancelier de l'Échiquier s'est tiré d'affaire aussi bien lorsqu'il entrevoyait le déficit que lorsqu'il se trouvait dans le cas plus agréable de prévoir un excédent de recettes (1). »

Ainsi compris, l'*income tax* donne au budget britannique une souplesse toute particulière, souplesse d'autant plus grande que le produit de l'*income tax* au penny va toujours en augmentant.

Cette élasticité des recettes est particulièrement utile dans le budget du Royaume-Uni. L'Angleterre, en effet, ne connaît pas le budget extraordinaire, ce budget que Pirmez définissait « celui qu'on ne paie pas ». Le contrôle de l'opinion publique sur les dépenses de l'État est plus sévère en Angleterre que sur le continent : on n'y admet pas qu'il se fasse chaque année des dépenses sans contrepartie productive et non couvertes par les ressources ordinaires.

On peut ajouter que la comptabilité britannique, la comptabilité *par gestion*, « exclut spontanément les budgets extraordinaires », comme l'a fait remarquer M. Stourm (2).

(1) Dans la collection des travaux économiques de l'AMERICAN ECONOMIC ASSOCIATION, livraison d'octobre 1899. La monographie de M. Joseph A. Hill est intitulée *The english income tax with special reference to administration and method of assessment*.

(2) *Le Budget*, p. 208.

Si donc une dépense extraordinaire s'impose, et notamment si le progrès du génie militaire ou naval exige un armement nouveau de l'armée de terre ou de mer, c'est à l'*income tax* qu'on a recours.

Le moyen est si simple qu'il se recommande évidemment aux préférences du chancelier de l'Échiquier. C'est ainsi que nous voyons le cabinet Gladstone formé en 1892 recourir dès l'année suivante, lors de la présentation de son premier budget, à une aggravation de l'*income tax*. Mais, si le procédé plaît au gouvernement par sa facilité, il est critiqué, pour cette facilité même, par l'opposition. « En somme, que fait le ministre pour combler le déficit de 1 500 000 livres en face duquel il se trouve ? » disait M. Goschen au cours de la discussion du budget. « Oh ! c'est très simple. On connaît le joujou à la mode, le distributeur automatique. Le gouvernement s'en est inspiré : il a mis un *penny* dans la machine, et le tour est joué (1). »

Heureux ministres des finances qui disposent d'un jouet aussi merveilleux !

La productivité toujours croissante du penny de l'*income tax* en a fait la mesure du progrès de la richesse publique. C'est là une fonction du système qui, bien qu'étrangère à ses fonctions budgétaires proprement dites, mérite d'être signalée.

Voici quelques chiffres à ce sujet. Quand sir Robert Peel institua l'*income tax*, le rendement total en fut d'abord d'environ 770 000 livres au denier. Sa productivité n'a cessé de croître. Sans vouloir insister sur cette fonction assurément accessoire de la taxe, constatons, d'après les documents officiels, que l'*income tax* produisait par penny en 1860, 1 162 700 £ ; en 1870, 1 500 000 £ ; en 1880, 1 775 000 £ ; en 1890, 2 200 000 £. Malgré la réforme de 1894 qui accorda de nouvelles réductions aux

(1) Séance de la Chambre des Communes, 18 avril 1893

petits contribuables et la réforme de 1898 qui augmenta encore ces remises, l'*income tax* produit actuellement 2 570 000 livres au penny. L'augmentation des revenus imposés à l'*income tax* a été pour les douze dernières années de 120 millions de livres (3 milliards de francs), soit une augmentation annuelle moyenne de 250 millions de francs.

Il faut signaler enfin une dernière fonction de l'*income tax*, fonction d'une importance capitale au point de vue de l'équilibre des taxes, de leur répartition sur l'ensemble de la population.

Les Anglais ont aujourd'hui des idées très nettes sur cette question. Ils divisent, au point de vue social, toutes les taxes en deux grandes classes, celles que chaque citoyen doit supporter, celles qui ne doivent atteindre que les gens aisés. Les droits d'accise et de douane forment la première, les droits sur les actes et les successions réunis à l'*income tax* constituent l'autre : normalement, chacune fournit à peu près la moitié des recettes fiscales. C'est simple et c'est ingénieux.

Or, si cette idée a pu prendre corps, devenir réalité, c'est à l'*income tax* qu'on le doit.

L'idée est en germe dans la réforme de Peel, qui, nous le croyons, poursuivait une répartition plus équitable de l'impôt en établissant l'*income tax* (1).

L'*income tax* a ici un rôle d'autant plus nécessaire qu'il constitue presque seul tout l'impôt *direct*, si nous donnons au mot *impôt direct* le sens restreint qu'on lui donne en France et en Belgique.

En Angleterre on étend l'appellation aux taxes qui réalisent des charges directement proportionnelles à la

(1) Une raison de douter est le caractère temporaire qu'eut d'abord l'*income tax*. Léon Say ne croyait pas que Peel eût ce souci. Thorold Rogers, au contraire, voyait dans le rétablissement de l'*income tax* une réforme démocratique.

fortune, et partant aux *death duties* ou droits de succession.

Selon ce dernier mode de diviser les charges publiques, chaque livre sterling se décomposait ainsi avant la réforme de Peel : le consommateur (le peuple) payait 14 sh. 7 pence 1/4, les classes possédantes seulement 5 sh. 4 pence 3/4. Tandis qu'en 1895-1896, année qui suivit la dernière modification du taux de l'*income tax* accomplie avant la guerre, la répartition des 20 shillings qui forment la livre anglaise est la suivante : les impôts de consommation fournissent 10 sh. 5 pence, les autres taxes 9 sh. 7 pence (1).

II

L'« INCOME TAX » ET LE BUDGET

Les dépenses publiques. Les recettes fiscales. Part de l'*income tax* aux recettes et aux dépenses en temps de paix et en temps de guerre. Élasticité de l'*income tax*. — Les impôts directs. Part prépondérante de l'*income tax* qui réunit en un système unique l'impôt foncier, l'impôt sur la rente et les valeurs mobilières et l'impôt sur les revenus professionnels. — Productivité proportionnelle de l'*income tax* et des autres impôts directs. — Productivité des diverses cédules. — La juxtaposition du *land tax*, de la taxe d'habitation et de l'impôt sur les revenus. — Modifications successives de la productivité absolue et relative des cédules.

Bien que l'*income tax* soit un système d'impôts, il n'est pas la seule source qui alimente le budget. C'est un sys-

(1) Ce résultat est dû en partie à la refonte du régime fiscal successoral accomplie aussi en 1894-1895. Les ressources nouvelles produites par les *death duties* servirent d'abord à couvrir d'importantes dépenses navales. En présentant le budget de 1894-1895 le chancelier de l'Échiquier annonçait que, sur la base des recettes antérieures, il y aurait à pourvoir à un déficit de 4 1/2 millions de livres. « C'est une grosse somme, ajoutait sir William Harcourt, mais nous ne voulons, pour la trouver, ni emprunter, ni porter atteinte à l'amortissement de la dette. Les suppléments de dépenses dont il s'agit ici ne visent pas l'avenir. Ce qu'on paiera avec cet argent périra vite, soit par l'usage, soit par un caprice de la mode ; car maintenant la vogue d'un modèle nouveau de cuirassé ne dure guère plus que celle d'un chapeau de femme. »

tème d'impôts directs juxtaposé à des droits de douane et d'accise, à des droits de succession et d'enregistrement.

Il convient, pour l'étudier, de ne pas l'isoler des autres recettes fiscales, puisqu'en réalité il n'est pas isolé.

Les recettes, d'ailleurs, ne sont qu'un moyen au regard d'une fin, la gestion des services publics, lesquels sont la raison d'être du budget.

Voyons donc, tout d'abord, quelles sont les principales charges annuelles de l'État britannique, non sans distinguer les charges normales des charges extraordinaires résultant de la guerre.

TABLEAU COMPARATIF
DES DÉPENSES PUBLIQUES PENDANT UNE ANNÉE

	DE PAIX (1898-1899)	DE GUERRE (1900-1901)	DE GUERRE (1901-1902)
Fonds consolidé (1). . . .	£ 27 044 000	22 557 264	24 482 215 (2)
Armée	20 000 000	91 710 000	92 542 000
Marine	24 068 000	29 520 000	31 030 000
Services civils	22 025 000	25 500 000	30 500 000
Douanes et revenu intérieur.	2 816 000	2 834 000	2 955 000
Totaux	£ 95 953 000	170 121 264	181 509 215

Les dépenses relatives aux postes ne figurent pas dans ce tableau, afin de faciliter la comparaison des dépenses publiques et des recettes fiscales, parmi lesquelles celles de l'administration postale ne sont pas comprises.

Quant au reste, le tableau ci-dessus se passe de commentaires, la réduction en 1900-1901 des dépenses

(1) Cette rubrique désigne un ensemble de services aux besoins desquels il n'est point pourvu par des crédits votés annuellement : service de la dette, liste civile, pensions, cours de justice.

(2) En 1901-1902, le service de la dette de guerre non consolidée a requis 3 366 716 £, soit près de 2 millions de livres de plus que l'année précédente.

afférentes au fonds consolidé s'expliquant par la suspension de l'amortissement.

On remarquera dès à présent que les dépenses effectuées pour assurer la perception des taxes sont demeurées les mêmes en 1898 et en 1901, malgré l'aggravation des charges, preuve évidente de l'habile organisation des services fiscaux de la Grande-Bretagne.

TABLEAU COMPARATIF
DES RECETTES FISCALES PENDANT UNE ANNÉE

	DE PAIX (1898-1899)	DE GUERRE (1900-1901)	DE GUERRE (1901-1902)
Accise	£ 29 200 000	33 100 000	31 600 000
Douanes	20 850 000	26 262 000	30 993 000
Income tax	*18 000 000*	*26 920 000*	*34 800 000*
Death duties	11 400 000	12 980 000	14 200 000
Timbre	7 600 000	7 825 000	7 800 000
House duty	1 600 000	1 720 000	1 775 000
Land tax	800 000	755 000	725 000
Totaux	£ 89 450 000	109 562 000	121 893 000

Le nombre des voies où le fisc britannique s'engage à la poursuite des ressources budgétaires est, on le constate, des plus restreints. Abstraction faite du *land tax* et de l'*house duty*, elles se ramènent à cinq. Mais ce sont des voies larges et sûres.

Si nous négligeons les droits de succession, *death duties*, et d'enregistrement, qu'on retrouve dans la généralité des budgets des nations civilisées à titre de complément nécessaire des recettes du fisc, les *voies et moyens* les plus importants se ramènent, en Angleterre, à trois seulement, et l'*income tax* est l'un des trois.

La productivité de l'accise et de la douane est remarquable, et due à des droits assis sur un très petit nombre d'objets. La douane, de plus, est purement fiscale : les alcools et les vins, avec le thé et le tabac, sont les seuls

objets frappés de droits d'entrée. Depuis le vote du budget de 1901-1902, il faut ajouter le sucre à cette courte liste, et — depuis cette année (1902-1903) — le blé...

La théorie fiscale britannique au sujet des douanes — théorie à laquelle on a dû, il est vrai, faire un accroc, temporaire sans aucun doute — tient tout entière dans ces quelques mots, extraits du *budget speech* de 1901. « Je veux, a dit alors le chancelier, à propos du sucre, une taxe qui soit largement productive. Il me faut taxer un objet de consommation générale et qui soit à très bon marché. Il me faut une taxe qui échappe au reproche des économistes d'être un droit protecteur, comme le serait un impôt sur un article abondamment produit dans notre pays et qui augmenterait le prix de vente de cet article au delà de la somme perçue par le Trésor. Il me faut une taxe que tous paient (1). » Quant au droit de « registration » sur les céréales et farines, aboli depuis 1869, sir Michaël, pour en justifier le rétablissement au budget de 1902, a invoqué l'autorité de Gladstone qui n'y vit jamais un droit protecteur (2).

Le tableau ci-dessus nous montre l'*income tax* en action dans son rôle de taxe de guerre. Cette action est plus saisissante encore si nous rapprochons le *produit net* au penny de l'*income tax* pendant les dernières années. Au taux de 8 pence, de 1894-1895 à 1899-1900, l'*income tax* rend au penny, successivement 1 982 000 £ — 2 033 162 £ — 2 098 602 £ — 2 188 380 £ — 2 284 289 £ — 2 353 619 £. Au taux d'un shilling le produit du denier est de 2 475 442 £, et au taux de 1 shilling 2 pence de 2 570 000 £ approximativement ! L'augmentation du taux de l'impôt, chose significative, n'a donné lieu à aucun mécompte. Le rendement à l'unité de taxe a continué de croître malgré tout.

(1) Séance de la Chambre des Communes du 18 avril 1901.
(2) *Budget speech* du 14 avril 1902.

Combien sont rares les pays où pareil résultat serait possible — où en temps de guerre et de besoins budgétaires exceptionnels il ne faudrait pas, en décrétant l'augmentation d'un impôt, prévoir des moins-values !

La résistance des matériaux de l'édifice fiscal britannique est remarquable, leur élasticité ne l'est pas moins. Si l'on se reporte à quelques années, le budget britannique était en recettes comme en dépenses d'environ cent millions de livres ou deux milliards et demi de francs ; pour l'année 1902-1903 la totalité des dépenses à couvrir normalement par les revenus s'est élevée à la somme énorme de 195 522 000 livres sterling ou quatre milliards huit cents millions de francs environ.

Il a fallu, pour y faire face, recourir à l'emprunt, ainsi qu'on l'a toujours fait, d'ailleurs, en cas de guerre importante.

Hormis ce cas, l'objectif de la gestion des finances publiques, c'est « qu'il soit pourvu aux nécessités de chaque année par des recettes correspondantes ».

Cet idéal, on s'efforce en Angleterre d'en faire la réalité. Quand Gladstone, au cours de son discours du 3 avril 1889, l'exprimait dans la formule qui vient d'être rappelée, il s'agissait de réorganiser la flotte de l'Empire britannique et de construire à cette fin soixante-dix bâtiments nouveaux. Que fit le Parlement ? De l'accord des partis — Gladstone était alors le *leader* de l'opposition — on vota des ressources extraordinaires, réparties sur sept exercices. On recourut à l'émission de plus d'un demi-milliard de francs de bons de l'Échiquier qui furent successivement remboursés à l'aide des rentrées d'impôts. Le procédé n'est-il pas topique ?

D'autre part, quel budget s'y prêterait sans une taxe d'abondante productivité et, tout à la fois, de tarif si modéré qu'on peut le relever sensiblement pour un temps sans exciter l'esprit de fraude ?

Au point de vue de l'équilibre financier — en un pays

qui n'a pas de budget extraordinaire — l'*income tax* est un instrument indispensable, du maniement le plus facile et le plus sûr. Pour en être convaincu, qu'on songe à l'effort énorme que l'administration des finances devrait faire sur le continent, en France, par exemple, ou en Belgique, pour obtenir, au moyen des contributions directes existantes, un supplement de produit égal à la moitié du rendement habituel de ces contributions !

L'*income tax*, qui est un code de contributions directes, se trouve voisiner dans le budget avec d'autres taxes directes, d'assez peu d'importance, il est vrai.

Si l'on veut bien jeter les yeux sur le tableau relatif aux recettes fiscales d'une année de paix, on verra que sur 89 450 000 livres de recettes fiscales, les impôts directs — en donnant à ces mots le sens continental et usuel — fournissent 20 400 000 livres. La taxation directe fournit au budget 23,87 p. c. des recettes, l'*income tax* à lui seul 21,06 p. c., le *land tax* réuni à l'*inhabited house duty* 2,80 p. c.

L'*income tax* est, à peu de chose près, le seul impôt direct perçu au profit de l'État britannique ; il est vrai qu'il atteint tous les revenus et réunit en un système unique l'impôt foncier, l'impôt sur la rente et les valeurs mobilières, l'impôt sur les revenus professionnels de toute sorte.

Chacun de ces revenus est atteint selon des procédés appropriés à sa nature. Le but du fisc, qui est de saisir le revenu à sa source par le *stoppage* ou retenue, détermine la répartition des divers revenus sous les cinq cédules de l'*income tax*.

L'on a ainsi :

1° La cédule A, qui correspond à la contribution foncière. C'est sous la cédule A que sont taxés les revenus provenant de la propriété immobilière : sol et maisons ;

2° La cédule B, impôt sur le revenu des exploitations rurales. Cet impôt, distinct de l'impôt foncier, est, à vrai

dire, un impôt sur les professions agricoles. — A la différence de la cédule A, qui est la cédule des propriétaires, la cédule B est celle des fermiers ;

3° La cédule C, impôt sur la rente et généralement le revenu des fonds publics : fonds d'États et coloniaux ;

4° La cédule D, impôt sur les revenus mobiliers et professionnels de toute sorte non compris sous l'une des autres cédules. L'*income tax*, en effet, atteint tous les revenus. La loi dit expressément que tout revenu non taxé sous l'une des cédules A, B, C et E est taxé sous la cédule D. Celle-ci tient lieu à la fois de la patente et de l'impôt sur les valeurs mobilières autres que les fonds d'États ;

5° La cédule E, impôt sur les traitements fixes et les pensions à la charge soit d'administrations publiques, soit de particuliers.

Il s'en faut que ces diverses cédules soient d'égale importance. Voici quels ont été pour l'année 1897-98 les droits assis d'une part, le produit net d'autre part, en ce qui concerne chacune des cédules, au taux de 8 pence :

	DROITS ASSIS	PRODUIT NET
Cédule A.	£ 5 046 516	£ 4 770 672
Cédule B.	» 201 314	» 167 554
Cédule C.	» 1 285 165	» 1 198 869
Cédule D.	» 11 302 317	» 10 119 967
Cédule E.	» 1 366 422	» 1 249 998

On voit que les exemptions et réductions d'impôts ramènent le rendement de l'*income tax* à une somme sensiblement inférieure à celle des droits assis. Pour l'année envisagée, le produit final de l'*income tax* a été de 17 507 040 £.

Quant aux recouvrements de l'année financière 1897-1898, ils ont été pour l'*income tax* de 17 250 000 £,

pour l'*house duty* de 1 510 000 £ et pour le *land tax* de 940 000 £.

L'*house duty* et le *land tax*, dont le produit actuel est peu de chose comparativement à celui de l'*income tax*, sont des survivances du régime fiscal antérieur à l'établissement de l'*income tax*. Ils remontent à l'origine du système fiscal britannique. L'un (le *land tax*) fut établi à la fin du XVIIe siècle, sous la reine Anne, fille de Jacques II; l'autre, la taxe d'habitation, en est contemporaine.

Sous sa forme actuelle, la taxe d'habitation (*inhabited house duty*) est une taxe sur le revenu global présumé, basée sur la valeur locative de la maison occupée par le contribuable. Ajoutée à l'*income tax*, elle réalise un cumul discret du système *indiciaire* et de l'imposition du revenu *vrai*.

La taxe existe depuis 1696. Elle nous montre le système fiscal anglais arrivé dès la fin du XVIIe siècle à la phase d'évolution qui ne fut atteinte en France qu'un siècle plus tard.

Supprimé momentanément en 1834, l'*inhabited house duty* fut rétabli en 1851 pour compenser l'abolition de l'impôt sur les fenêtres, dont nous n'avons encore pu nous débarrasser.

Selon l'organisation présente de l'impôt, les loyers de moins de 20 livres (500 francs) en sont exempts. Pour l'appréciation de la valeur locative des bâtiments occupés on se place au point de vue de leur destination. On a égard non seulement au corps de logis principal, mais aux dépendances, écuries, remises, jardins. On ne fait pas entrer dans l'évaluation du loyer d'habitation les bâtiments industriels, les granges d'une ferme, les écuries d'un loueur de chevaux, etc.

D'après ces données, nous voyons que la question du double emploi ne se pose pas à propos de l'*house duty*. Le cumul de cette taxe sur le revenu global présumé et de

l'*income tax*, qui atteint toutes les sources du revenu, ne blesse pas l'équité.

Dans la poursuite des voies et moyens, le fisc, en Angleterre comme ailleurs, plus qu'ailleurs même, craint les gros impôts. On préfère maintenir l'*house duty* et le *land tax* plutôt que de les remplacer — ce qui, à première vue, serait aisé — par l'adjonction d'un *single penny* à l'*income tax*. La raison en est que les impôts légers — c'est une vérité d'expérience — sont les plus productifs. C'est aussi parce que l'Angleterre est le pays des traditions, qu'on y préfère l'évolution à la révolution. C'est enfin parce que l'opinion publique ne s'élève pas contre l'*house duty*.

Mais le *land tax?* Ne nous met-il pas en présence d'un dédoublement de la cédule A de l'*income tax ?* Les revenus de la propriété foncière ne sont-ils pas deux fois atteints quand les autres revenus ne le sont qu'une fois ? Si l'on tient compte de la nature toute particulière de l'imposition qui constitue la cédule B de l'*income tax*, d'une part, de l'*house duty*, d'autre part, ne doit-on pas conclure que les immeubles (terres et maisons) sont vraiment surtaxés en Angleterre ?

Il a été déjà dit que l'*house duty* était une *taxe d'occupation*. Elle n'est ni une charge de la propriété, ni une charge du propriétaire comme tel.

Quant au *land tax*, c'est aujourd'hui une charge séculairement incorporée au sol, qui constitue une moins-value de celui-ci plutôt qu'une « contribution ».

Les origines du *land tax* nous ramènent à l'époque où le Parlement d'Angleterre pourvoyait principalement aux besoins de l'État au moyen de subsides. Les sommes accordées étaient levées sous la forme d'un impôt sur la fortune personnelle des contribuables, impôt qui grevait surtout la propriété foncière. Les contribuables s'y soustrayaient le plus qu'ils pouvaient. Lorsque le *Long Parlement* y substitua un impôt de répartition, la taxe ne

produisait plus que 50 000 £ par an, alors que la taxe nouvelle rapporta de 35 000 à 120 000 £ par mois.

A la suite d'une nouvelle évaluation des fortunes, en 1692, nous voyons pendant un siècle entier le vote de la taxe renouvelé chaque année : elle demeure en théorie un impôt général sur le revenu, mais, tout comme pendant la période précédente, les contribuables y soustraient peu à peu la fortune mobilière. A la fin du XVIIIe siècle, l'impôt en fait a changé de nature : ce n'est plus un impôt, mais une véritable rente foncière due à l'État. Telle est la conception de Stuart Mill, de Fawcett, de Bastable. A l'appui de cette manière de voir, ce dernier fait remarquer qu'on n'a jamais modifié l'évaluation primitive du revenu foncier. En 1798, quand Pitt autorise le rachat du *land tax*, celui-ci n'est plus que la manifestation d'un droit de co-propriété de l'État. Cette conception s'accorde, au surplus, avec la conception juridique et historique de la propriété foncière en Angleterre, selon laquelle l'État a un droit de domaine éminent sur le sol.

Bref, au cours de son évolution historique le *land tax* a changé de nature. Telle est la théorie admise outre-Manche, en un milieu essentiellement pratique, où l'on se préoccupe plus des choses réelles que des abstractions.

Même dans les pays qui ne sont point, comme l'Angleterre, des pays de majorats et de substitutions, mais des pays où l'on ne cherche pas à soustraire le sol aux transactions, l'impôt foncier tend à la longue à s'incorporer au sol. Quand une terre change de mains, en Belgique, l'acquéreur fréquemment fait la loi au vendeur, si bien qu'il parvient à tirer du capital consacré à son achat un revenu sensiblement supérieur à celui qu'obtiennent de leurs terres les voisins dont il devient le concurrent heureux.

La mesure prise par Pitt en un temps de détresse financière — l'autorisation donnée aux contribuables de racheter la rente — a eu cette conséquence lointaine de rendre l'abolition du *land tax* impossible. Néanmoins,

tant par la continuation des rachats que par des adoucissements successifs de la taxe, elle n'est plus aujourd'hui que peu de chose.

La loi de 1798, qui autorisa le rachat, tendait à réduire les charges, très considérables pour l'époque et très lourdes en raison des circonstances de la dette publique. Le rachat devait se faire en consolidés. Le plan réussit, en ce sens qu'en deux années (1798 et 1799) les rachats s'élevèrent à 435 885 livres d'impôt et déterminèrent une hausse rapide des consolidés. Mais cette hausse même arrêta l'élan des contribuables. Dès 1800 les rachats tombaient à 40 418 livres. De 1799 à 1885 le montant des rachats effectués a été de 856 469 livres (1). Il y a une quinzaine d'années, le produit annuel de l'impôt non racheté était d'un million de livres.

Macaulay évaluait le produit du *land tax* à la cinquantième partie des ressources ordinaires de l'État en temps de paix. Cette proportion n'est plus atteinte aujourd'hui : en 1897-1898 le *land tax* ne fournissait plus qu'un pour cent environ des recettes fiscales. Son rendement décroît toujours. Il était encore de 940 000 livres en 1897-1898 (2); il tombe à 770 000 livres en 1898-1899, à 755 000 livres en 1900-1901, à 725 000 livres en 1901-1902.

Bref, l'attachement britannique aux traditions administratives et une circonstance de fait, le rachat de l'impôt par une partie des contribuables, empêchent seuls de le supprimer.

Tel quel, et ajouté à l'impôt foncier compris dans l'*income tax*, le *land tax* ne voit pas d'ailleurs son abolition réclamée par le sentiment public. Cette abolition ne pourrait se faire sans qu'on exigeât de ceux qui sont à présent encore assujettis à l'impôt une compensation

(1) Les conditions du rachat ont été modifiées en 1853.

(2) Jusqu'alors les propriétés dont le revenu annuel ne dépassait pas une livre étaient seules exemptes de la taxe. En 1898 sir Michaël Hicks Beach proposa d'étendre l'exemption jusqu'à cinq livres.

analogue à celle qu'ont donnée au fisc les contribuables anciens qui l'ont volontairement racheté. Pour ceux qui subissent à regret le *land tax*, le remède serait pire que le mal.

En fin de compte, il semble bien que la propriété immobilière ne soit pas surtaxée en Angleterre. Dans la lutte du fisc et du contribuable, en tous pays, l'arme la plus sûre qui soit aux mains du fisc, c'est la taxe foncière. On peut éluder plus ou moins les autres dispositions fiscales ; celles qui frappent la terre, l'objet le plus direct de la souveraineté, sont toujours obéies, à moins que le revenu même du sol ne fasse défaut.

Ajoutons que les taxes successorales, auxquelles, en Belgique à tout le moins, on soustrait largement la propriété mobilière, frappent sûrement celle-ci en Angleterre. Là, point de privilège odieux pour la terre. Cette considération achève de nous éclairer.

Ce n'est pas à dire que le système de l'*income tax* britannique soit parfait. L'égale taxation des revenus de provenances diverses — si elle était réelle — ne répondrait plus aux exigences des dernières théories financières. L'on est d'accord aujourd'hui pour reconnaître que les revenus fondés et non fondés, les revenus permanents et les revenus temporaires, les revenus du capital et les revenus du travail, les revenus certains et les revenus aléatoires ne doivent pas être soumis à des taxes de tarif uniforme. Le desideratum serait le taux différentiel, variant avec la nature du revenu ; mais l'établissement du taux différentiel n'est pas chose aisée. La loi italienne en offre un exemple en ce qui concerne les revenus mobiliers ; le tarif de cette loi n'est pas sans prêter le flanc à la critique.

Au surplus, l'*income tax*, en fait, ne frappe pas de droits égaux les divers revenus. L'examen du fonctionnement de chacune des cédules le démontre péremptoirement.

Déjà le seul examen de la productivité relative des diverses cédules est instructif à cet égard. Les modifications de la productivité dans le temps ne le sont pas moins.

Voici un premier tableau. Il indique les droits assis d'après les revenus imposés à l'*income tax* pour chacune des trois années fiscales 1883-1884, 1892-1893 et 1897-1898.

	(1883-1884) TAUX DE L'IMPÔT 5 PENCE	(1892-1893) TAUX DE L'IMPÔT 6 PENCE	(1897-1898) TAUX DE L'IMPÔT 8 PENCE
Cédule A.	£ 3 657 401	4 303 896	5 406 516
Cédule B.	293 096	234 994	201 314
Cédule C.	830 604	997 154	1 285 165
Cédule D.	5 232 774	7 832 914	11 302 317
Cédule E.	614 761	974 149	1 366 422

Comme le taux de l'*income tax* était différent pour chacune des années envisagées, nous comparons dans un second tableau les droits assis pour un penny de taxe. La productivité proportionnelle des cédules, les modifications de leur productivité absolue et relative apparaîtront ainsi plus nettement.

PRODUCTIVITÉ DES DROITS ASSIS, POUR UN PENNY D'IMPÔT, DANS LES DIFFÉRENTES CÉDULES

	(1883-1884)		(1892-1893)		(1897-1898)	
	£	p. c.	£	p. c.	£	p. c.
Cédule A.	731 480	34,3	750 649	30,9	675 814	27,6
Cédule B.	59 019	2,8	42 499	1,7	25 164	1,0
Cédule C.	170 120	7,9	166 192	6,8	160 645	6,6
Cédule D.	1 030 554	49,2	1 308 819	53,9	1 412 789	57,8
Cédule E.	122 952	5,8	162 358	6,7	170 802	7,0
	2 114 125	100,0	2 430 517	100,0	2 445 214	100,0

Il serait prématuré de commenter ce tableau, alors

qu'on n'a pas sous les yeux le détail des revenus très divers qui sont imposés sous quelques-unes des cédules.

Il convient, d'ailleurs, de laisser au lecteur le plaisir d'assaisonner sa lecture de réflexions personnelles.

Mais la productivité décroissante des cédules immobilières est frappante. Quand Pitt établit l'*income tax*, il supposait que la moitié des revenus imposables étaient des revenus fonciers. L'événement justifia ses prévisions et même il se trouva que, de 1802 à 1815, les cédules foncières donnèrent un rendement supérieur au rendement total des trois autres. Lors des enquêtes auxquelles l'*income tax* donna lieu, en 1851 et en 1861, cette situation ne s'était pas modifiée. Depuis, les choses sont bien changées (1).

(A suivre.) ÉDOUARD VAN DER SMISSEN.

(1) Voici le tableau du produit net et proportionnel des diverses cédules pour l'année 1900-1901. Il permet de constater un nouveau recul de la productivité des cédules foncières.

	Produit net	
	£	p. c.
Cédule A.	7 590 169	25,5
Cédule B.	235 315	0,8
Cédule C.	1 908 519	6,4
Cédule D.	17 701 911	59,6
Cédule E.	2 289 298	7,7

A PROPOS

DU

PENDULE DE FOUCAULT

I

SA RÉINSTALLATION AU PANTHÉON EN 1902

C'est sur la demande de la Société Astronomique de France (1) que la célèbre expérience du pendule de Foucault, qui remonte à 1851, vient d'être reproduite au Panthéon à peu près dans les conditions primitives (2). Voici comment la séance inaugurale est rapportée par le BULLETIN de la Société (3).

« L'inauguration du pendule du Panthéon a eu lieu le 22 octobre en une cérémonie solennelle sous la présidence du Ministre de l'Instruction publique. Plus de deux mille personnes se pressaient dans l'immense nef du Panthéon autour de la balustrade circulaire entourant le pendule.

(1) Consulter le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE, nos de février 1902, p. 70, de mars 1902, p. 113 et de novembre 1902, p. 477.

(2) Gilbert a très bien fait ressortir les difficultés que présentent les recherches expérimentales de Foucault sur le pendule, dans le § IV de sa note sur Léon Foucault (REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 1879) et dans le § IV de son article *Les preuves mécaniques de la rotation de la Terre* (IBID., avril 1882; reproduit dans le BULLETIN DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET ASTRONOMIQUES, 2e série, t. VI, 1882). Cf. Pasquier, *Cours de mécanique analytique*, t. I, nos 417 et 418. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

(3) No de novembre 1902, pp. 465 et 466.

» Une tribune officielle avait été placée dans l'axe de l'édifice, faisant face au pendule et à l'auditoire, et deux orateurs y ont pris place successivement : M. Camille Flammarion et M. Chaumié, ministre de l'Instruction publique.

» A 2 heures précises, le Ministre a été reçu au Panthéon par MM. H. Poincaré, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, président de la Société Astronomique de France ; le général Bassot, membre de l'Institut, président du Bureau des longitudes, vice-président de la Société ; Camille Flammarion, ancien président, secrétaire général ; Bouquet de la Grye, président de l'Académie des sciences ; Janssen, directeur de l'Observatoire de Meudon, doyen de l'Académie des sciences ; Roujon, de l'Institut, directeur des Beaux-Arts ; Nénot, de l'Institut, architecte du Panthéon ; Deslandres, astronome, secrétaire de la Société ; Bertaux, secrétaire-trésorier et les membres du Conseil.

» On remarquait également dans l'enceinte, le Commandant Roulet, officier de la maison militaire de la présidence, représentant le Président de la République ; MM. Jules Combarieu, chef du cabinet du Ministre ; Lœwy, directeur de l'Observatoire ; Darboux, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences ; Trouillot, ministre du Commerce ; le général Villien, directeur de l'École polytechnique ; Méline, Barthou, Baudin, anciens ministres ; Liard, vice-recteur de l'Université ; Durand, secrétaire de la Sorbonne ; Lippmann, Painlevé, Cailletet et la plupart des membres de l'Académie des sciences ; le professeur Gariel, M. André Ulrich, avec les membres de la famille de Léon Foucault ; MM. Saint-Saëns, Osiris, Oppert, Bartholdi, Rodin, Goudchaux, Ch.-Éd. Guillaume, colonel Renard, Wilfrid de Fonvielle, abbé Moreux, Adolphe Brisson, Émile Gautier, René Draz, Salagnac et les principaux représentants de la presse parisienne ; des délégations de l'École polytechnique et de l'École nor-

male ; les proviseurs des lycées de Paris ; ainsi qu'un grand nombre de personnalités scientifiques, littéraires et politiques, composant cette « Assemblée d'élite » comme l'a qualifiée le Ministre de l'Instruction publique. »

Le Ministre a ouvert la séance en donnant la parole à M. Camille Flammarion. Celui-ci s'est exprimé comme suit (1) :

« La plus magnifique leçon d'Astronomie populaire qui ait jamais été donnée au grand public est assurément l'expérience mémorable faite ici même, il y a un demi-siècle, par Léon Foucault. C'était la démonstration pratique, évidente, majestueuse, du mouvement de rotation de notre globe et l'affirmation grammaticale du titre de planète, ou « astre mobile » pour le monde que nous habitons. Il y a là, en effet, dans cette expérience, une leçon astronomique, philosophique et sociale. Ce n'est pas que l'on doute encore, parmi les esprits cultivés, du mouvement de la Terre..... » Puis plus loin (2) :

« Eh bien ! la base de notre moderne connaissance de l'univers, c'est ce fait si simple et si peu apparent en lui-même du mouvement de la Terre. Oui, voilà le fait capital sans lequel la vraie science astronomique n'existerait pas.

» Ce fait, il s'agit de le prouver.

» La preuve est affirmée depuis longtemps par le raisonnement.

» En effet. Nous voyons le Soleil, la Lune, les planètes, les étoiles, se lever à l'Orient, monter dans le ciel, arriver à un point culminant, descendre, se coucher à l'Occident et reparaître le lendemain à l'horizon oriental, après être passés au-dessous de la Terre.

» Il n'y a que deux hypothèses à faire pour expliquer cette observation de tous les jours : ou bien c'est le ciel

(1) Bull. de la Soc. Astr. de France, nov. 1902, p. 468.
(2) Ibid., pp. 470 et 471.

qui tourne de l'Est à l'Ouest ; ou bien c'est notre globe qui tourne sur lui-même en sens contraire.

« Dans le premier cas, il faut supposer les corps célestes animés de vitesses proportionnelles à leurs distances.

« Le Soleil, par exemple, est éloigné de nous à 23 000 fois le demi-diamètre de la Terre ; il devrait donc parcourir en vingt-quatre heures une circonférence 23 000 fois plus grande que celle de l'équateur terrestre, ce qui conduit à une vitesse de 10 695 kilomètres *par seconde*.

« Jupiter est environ cinq fois plus loin ; sa vitesse devrait être de 53 000 kilomètres par seconde.

« Neptune, trente fois plus éloigné, devrait parcourir 320 000 kilomètres par seconde.

« L'étoile la plus proche, Alpha du Centaure, située à une distance 275 000 fois supérieure à celle du Soleil, devrait courir, voler dans l'espace, avec une vitesse de 2 milliards 941 millions de kilomètres par seconde !

« Toutes les étoiles sont incomparablement plus éloignées encore, jusqu'à l'infini.

« Et cette rotation fantastique devrait s'accomplir autour d'un point minuscule !

« Poser ainsi le problème, c'est le résoudre. A moins de nier les mesures astronomiques et les opérations géométriques les plus concordantes, le mouvement de rotation diurne de la Terre est une certitude.....

« Les mouvements de notre planète sont prouvés, archidémontrés par toutes les mesures astronomiques. L'expérience directe n'est pas nécessaire.

« Mais si elle n'est pas nécessaire, elle est curieuse, et elle a le grand avantage de parler aux yeux en mettant en évidence un mouvement dont nous sommes certains, mais que nous ne pouvons observer directement, puisque nous sommes entraînés avec lui et que nous en faisons partie comme le voyageur dans un wagon ou dans un navire. »

Plus loin encore (1) :

« Le principe de mécanique sur lequel cette expérience est fondée est que *le plan dans lequel on fait osciller un pendule reste invariable*, lors même que l'on fait tourner le point de suspension du pendule..... »

Le Ministre de l'Instruction publique, M. Chaumié, est monté à la tribune, après M. Camille Flammarion. Après avoir, dit le même BULLETIN (2), remercié et félicité la Société Astronomique de France et son secrétaire général, il a prononcé une allocution dont voici quelques lignes .

« Lorsque nous voyons le Soleil se lever à l'orient, s'élever dans les hauteurs du ciel, s'abîmer dans la pourpre du couchant, nul n'ignore plus, sans doute, que ce spectacle n'est qu'une illusion, mais notre pensée a besoin d'un raisonnement, si simple qu'il soit, pour aller de cette illusion à la réalité.

» Expliqués par ce raisonnement, les phénomènes apparents qui s'accomplissent sous nos yeux, dans le ciel, nous donnent la certitude du mouvement de la Terre.

» Votre expérience nous en donne la sensation. Ce pendule qui se balance devant nous accuse, je pourrais dire, enregistre ce mouvement. Nous nous sentons vraiment emportés dans l'espace, non plus spectateurs, mais acteurs, voyageurs de ce voyage à la fois vertigineux et tranquille dans l'infini. »

M. Alphonse Berget, collaborateur de M. Flammarion dans cette réinstallation, a procédé ensuite à l'expérience elle-même, après en avoir expliqué les détails techniques.

« La boule du pendule était retenue par un léger fil de soie, près de l'enceinte formée par la barrière circulaire. M. Chaumié approche une allumette : le fil brûle, le pen-

(1) BULL. DE LA SOC. ASTR. DE FRANCE, nov. 1902, p. 474.
(2) IBID., p. 466.

dule devenu libre, commence majestueusement sa large oscillation. Et le style marque nettement sa trace sur le sable. En quelques minutes, l'échancrure est assez grande des deux côtés pour être évidente et démonstrative.

» Mais la foule est si nombreuse, que l'expérience, qui dure environ dix minutes, doit être recommencée une dizaine de fois pour satisfaire toutes les ambitions. »

II

OBJET DE CETTE NOTE

Si l'on analyse les deux discours prononcés lors de la réinstallation du pendule, on constate que deux raisons y sont données en faveur de ce qui est appelé le mouvement de rotation de la Terre : l'une est une raison de convenance, d'après laquelle il paraît plus simple d'expliquer le mouvement diurne du ciel étoilé précisément par ce mouvement de rotation de la Terre sur elle-même ; l'autre raison est fondée sur un soi-disant principe de mécanique, en vertu duquel le plan d'oscillation du pendule doit rester invariable.

Ces explications n'ont pas eu l'heur de convaincre tout le monde. La livraison de janvier 1903 du BULLETIN renferme, en effet, un article anonyme (1), dû à un polytechnicien sceptique, et intitulé *Le pendule de Foucault prouve-t-il quelque chose ?* « Au point de vue des calculs astronomiques, dit l'auteur en finissant, peu importe que ce soit la Terre ou le monde céleste qui tourne : la science étudie les mouvements relatifs de l'un par rapport à l'autre et cela lui suffit. » Dans sa réponse (2) à cet article, M. Flammarion n'apporte aucun argument nouveau : « Cette expé-

(1) BULL. DE LA SOC. ASTR. DE FRANCE, janv. 1903, pp. 29-31. La lettre et la réponse sont, est-il dit en note, extraites de l'ILLUSTRATION du 29 nov. 1902.
(2) IBID., pp. 31-33.

rience (celle du pendule), dit-il en terminant, est une simple confirmation, un fait matériel qui parle à tous les yeux, un complément, un point sur un *i*. » Rôle bien modeste, semble-t-il, pour une expérience qui, lors du discours du 22 octobre, était « la démonstration pratique, évidente, majestueuse du mouvement de rotation de notre globe ».

Quoi qu'il en soit, déclarons immédiatement que nous partageons plutôt l'avis du polytechnicien sceptique et que nous estimons avec lui que l'expérience du pendule de Foucault *ne prouve pas* ce qu'on veut lui faire prouver. C'est précisément ce point que nous voudrions mettre en lumière dans cette note.

III

NOTRE THÈSE ÉTABLIE PAR DES EXTRAITS DE LIVRES FRANÇAIS RÉCENTS

L'explication erronée que nous combattons, mais très accréditée, nous vient surtout de la capitale de la France, où ont eu lieu, il est vrai, les expériences les plus retentissantes sur le pendule (1). Dans ces conditions, nous pensons ne pouvoir mieux faire que de montrer qu'à Paris même, il existe bien d'autres sceptiques que le polytechnicien anonyme de l'ILLUSTRATION et que de ce nombre sont les hommes les plus compétents. Ainsi, pour l'explication de ces expériences, en quelque sorte officielles, à l'occasion desquelles le Ministre de l'Instruction publique en France a pris lui-même la parole après M. Flammarion, nous pensons que le mieux est de nous en référer à des documents officiels récents et à des ouvrages nous venant

(1) En Belgique, des expériences analogues sont exécutées depuis plusieurs mois au Collège Notre-Dame à Anvers et l'on se prépare, paraît-il, à en effectuer bientôt de pareilles au Palais de Justice de Bruxelles.

eux-mêmes de Paris et dus aux plumes les plus autorisées.

Et d'abord, il est un point que nous voudrions établir : quand on parle de mouvement, on commet un non-sens si l'on n'ajoute pas par rapport à quels corps on considère le mouvement.

Pour ce point fondamental, reportons-nous à un texte officiel français, celui des nouveaux *Programmes* d'enseignement pour les lycées et les collèges de garçons (1), fixés par les arrêtés du 31 mai 1902. Nous y lisons, page 146, que parmi les notions de mécanique, il faut développer celle-ci : « *Du mouvement ; de sa relativité* ». Ces quelques mots en disent long et permettent de conclure que l'auteur partage, concernant la relativité du mouvement, l'opinion du polytechnicien sceptique.

Pour mieux faire voir que tel est bien le sens qu'il faut attacher à ces mots « du mouvement, de sa relativité », ouvrons un autre livre, plus récent encore, fait lui-même en conformité des nouveaux programmes et dû à deux hommes particulièrement compétents, M. Appell, membre de l'Institut de France et professeur de mécanique à la Faculté des Sciences de Paris et M. Chappuis, agrégé, docteur ès sciences et professeur de physique à l'École centrale. Afin de ne pas altérer la pensée des auteurs sur le point qui nous occupe, reproduisons les n°s 30, 32 et 33 du livre en question (2) ; ils sont ainsi conçus :

« *Systèmes invariables ou corps solides.* Les figures géométriques peuvent être considérées comme formées de points. On peut également regarder les corps matériels comme formés d'un grand nombre de particules assez petites pour que la position de chacune d'elles puisse être

(1) *Plan d'études et Programmes d'enseignement dans les lycées et les collèges de garçons.* Paris. Delalain frères, 1902.

(2) *Leçons de mécanique élémentaire à l'usage des classes de première conformément aux programmes du 31 mai 1902.* Paris, Gauthier-Villars, 1905.

définie comme celle d'un point ; on appelle alors ces particules des points matériels.

» Un système de points géométriques ou matériels est dit *invariable*, ou encore *solide*, quand les distances mutuelles de ces points sont invariables : ces points sont alors immobiles les uns par rapport aux autres. Les corps appelés communément *solides*, une pierre, un morceau de fer ou de bois, forment des systèmes à peu près invariables : tels sont, par exemple, un triangle dont les côtés ont des longueurs déterminées, une sphère de rayon constant, un trièdre tri-rectangle.

» *Du mouvement ; sa relativité.* Quand on dit qu'un corps est *en repos* ou *en mouvement*, on sous-entend toujours que ce repos et ce mouvement ont lieu *par rapport* à certains autres corps regardés comme fixes. Par exemple, quand on dit qu'une bille posée sur un billard reste immobile, cela signifie que les distances des divers points qui forment la bille aux divers points qui forment le billard sont invariables ; quand la bille est en mouvement sur le billard, les distances de ses divers points aux points du billard varient avec le temps.

» Le billard est en repos par rapport à la maison qui le contient ; celle-ci est en repos par rapport à la Terre ; mais la Terre est en mouvement par rapport aux étoiles.

» Un train en marche est en mouvement par rapport à la Terre, aux maisons, parce que les distances des divers points formant le train à ceux qui constituent la Terre, les maisons, varient constamment.

» Une personne assise dans le train peut rester en repos à sa place, c'est-à-dire rester immobile par rapport au compartiment qu'elle occupe ; elle est en mouvement par rapport à la Terre, aux maisons, etc. ; cette personne peut changer de place dans son compartiment, elle est alors en mouvement par rapport au compartiment et aussi par rapport à la Terre.

» Les arbres, les champs situés sur le passage du train

sont en repos les uns par rapport aux autres et par rapport à la Terre, mais ils sont en mouvement par rapport au train ; le voyageur assis dans le train peut se donner facilement la sensation que le train est immobile et que le paysage se déplace : il observe alors le mouvement du paysage par rapport au train.

« Les exemples de corps qui sont ainsi en repos ou en mouvement, suivant qu'on étudie leurs relations de distance à un corps ou à un autre, sont tous analogues à ceux que nous venons de présenter. En voici quelques autres :

« Un homme reste debout immobile sur un trottoir roulant : il est en mouvement par rapport à la Terre. S'il se met à marcher, il sera en mouvement par rapport au trottoir ; le plus souvent, il sera, en même temps, en mouvement par rapport à la Terre ; cependant, si, tout en marchant sur le trottoir, il s'appuie de la main sur un arbre devant lequel passe le trottoir roulant, il pourra maintenir certaines parties de son corps, sa main, par exemple, immobiles par rapport à la Terre.

« La Terre est en mouvement par rapport au Soleil, à la Lune, aux planètes ; ces divers corps sont en mouvement les uns par rapport aux autres.

« D'après cela, l'idée de mouvement est essentiellement relative ; *quand on dit qu'un corps est en repos ou en mouvement, cette proposition n'a aucun sens si l'on n'indique pas quels sont les autres corps par rapport auxquels on définit le repos ou le mouvement.*

« *Repères d'un mouvement ou système de comparaison.* On appelle *repères d'un mouvement* ou *système de comparaison*, le système invariable par rapport auquel on étudie un mouvement. Ainsi quand on dit qu'un voyageur est en repos ou en mouvement dans son compartiment, on prend comme système de comparaison le compartiment. Quand on dit qu'un train est en marche, qu'une pierre abandonnée à elle-même tombe suivant la verticale, que le Soleil

se lève ou se couche, on prend comme système de comparaison la Terre. En Astronomie et en Mécanique céleste, on étudie les mouvements de la Terre, des planètes, du Soleil par rapport à l'ensemble des étoiles dites *fixes* par définition ; le système de comparaison est alors le système des étoiles fixes. »

Le premier point qu'il s'agissait d'établir nous paraît maintenant bien acquis. C'est un non-sens que de parler du mouvement de la Terre sans dire par rapport à quels repères on considère ce mouvement. En réalité, comme nous venons de le voir d'après Appell et Chappuis, ce mouvement est généralement rapporté aux étoiles, considérées comme fixes. De ce point de vue, personne n'en doute, la Terre a un mouvement de rotation sur elle-même ; mais pour le constater, le mouvement diurne du ciel étoilé suffit aux habitants de la Terre, car en vertu d'un principe de cinématique à peu près évident (1), si un premier corps tourne par rapport à un second, autour d'un certain axe, réciproquement le second tourne par rapport au premier autour du même axe, avec la même vitesse angulaire mais en sens inverse. En d'autres termes, au point de vue des phénomènes, le seul qui soit du domaine de la mécanique et de l'astronomie, il est tout aussi correct de dire que les étoiles tournent autour de la Terre que de dire que la Terre tourne par rapport aux étoiles ; dire l'un, c'est la même chose que de dire l'autre. Les deux interprétations sont équivalentes au point de vue phénoménal, ou si l'on veut, au point de vue mathématique. On pourrait d'ailleurs trouver bien d'autres interprétations du même phénomène, puisqu'en vertu d'un théorème (2), dû à l'illustre Poincaré, le président actuel

(1) Il suffit, pour le voir, de se baser sur le n° 170 de notre *Cours de mécanique analytique*, t. I, déjà cité. Cf. Kœnigs, *Leçons de cinématique*, n° 42, p. 127. Paris, Hermann, 1897.

(2) *Électricité et Optique*, Introduction. Paris, Carré, 1890 et 2e édition, 1901.

de la Société Astronomique de France, quand un phénomène admet une interprétation mécanique, il en admet une infinité. Il convient cependant d'ajouter que parmi toutes ces interprétations, il peut s'en trouver une plus simple, plus commode et souvent plus féconde que les autres : c'est celle-là qui est généralement considérée comme la vraie interprétation du phénomène, mais c'est à la condition expresse d'ériger en vérité scientifique l'hypothèse qui sert de base à cette interprétation la plus simple du phénomène étudié.

« L'espace absolu, dit Poincaré (1), c'est-à-dire le repère auquel il faudrait rapporter la Terre pour savoir si *réellement* elle tourne, n'a aucune existence objective. Dès lors, cette affirmation : « la Terre tourne », n'a aucun sens, puisqu'aucune expérience ne permettra de la vérifier, puisqu'une telle expérience non seulement ne pourrait être ni réalisée, ni rêvée par le Jules Verne le plus hardi, mais ne peut être conçue sans contradiction ; ou plutôt ces deux propositions : « la Terre tourne » et « il est plus commode de supposer que la Terre tourne », ont un seul et même sens ; il n'y a rien de plus dans l'une que dans l'autre. »

Ainsi, d'après MM. Appell, Chappuis et Poincaré, dont personne ne contestera la compétence, quand on dit que l'expérience du pendule de Foucault est une *preuve* de la rotation de la Terre, on parle d'une façon inintelligible, parce que « quand on dit qu'un corps est en repos ou en mouvement, cette proposition n'a aucun sens si l'on n'indique pas quels sont les autres corps par rapport auxquels on définit le repos ou le mouvement ».

(1) *La Science et l'Hypothèse*, Paris, Ernest Flammarion, p. 141. Cet ouvrage sans date a été présenté à l'Académie des Sciences de Paris, le 10 novembre 1902, et à la Société Astronomique de France, le 5 décembre 1902. Voyez aussi : Poincaré, *Sur les Principes de la Mécanique* (spécialement à la p. 480), dans le t. III du *Congrès de philosophie*. Paris, Armand Colin, 1901.

IV

CONCLUSION A TIRER DES EXPÉRIENCES PENDULAIRES

Une fois qu'il est établi que la manière de dire habituelle n'a aucun sens, on peut se demander quelle est la conclusion qu'il convient de tirer des expériences de Foucault.

Les observations de Tycho Brahe, sur lesquelles Kepler s'est basé pour arriver à ses lois relatives aux mouvements des planètes autour du Soleil, supposent que ces mouvements sont rapportés à l'ensemble des étoiles considéré comme fixe et que, pour abréger, nous appelons le *solide stellaire*.

La gravitation universelle, qui a été déduite des lois de Kepler, mais qui est plus exacte et plus générale que ces lois, n'est à son tour établie que mathématiquement et si l'on considère les mouvements par rapport à ce même solide stellaire. C'est encore quand on rapporte son mouvement à ce solide qu'on peut dire que la Terre tourne sur elle-même.

Ce double fait de la rotation de la Terre et de la gravitation universelle par rapport au solide stellaire est connu depuis Newton, et pas n'était besoin de phénomènes observés à la surface de la Terre pour convaincre les plus incrédules.

La déviation du plan d'oscillation du pendule, constatée en 1851, était certes un phénomène nouveau, mais sa constatation ne doit être considérée que comme une conséquence de lois antérieurement connues (1). Auparavant,

(1) Quant à la question, que s'est posée Foucault et qui a pour objet de savoir si la torsion du fil de suspension du pendule n'a pas d'action sensible sur la position, par rapport aux étoiles, de son plan d'oscillation, on peut la

comme preuve de la rotation de la Terre par rapport aux étoiles, on avait le mouvement de rotation du ciel étoilé autour de la Terre elle-même ; en d'autres termes, la preuve de cette rotation relative était fournie par des faits qui se passent en dehors de la Terre, mais personne n'a jamais regardé cette preuve comme insuffisante. Aujourd'hui, grâce, entre autres, à la rotation du plan d'oscillation du pendule, on a de cette rotation de notre globe des preuves fournies par des faits observés à la surface même de la Terre : c'est un nouveau genre de preuves, rien de plus.

Ce nouveau genre de preuves a cependant, il faut le reconnaître, ajouté quelque chose à nos connaissances concernant la gravitation et la rotation de notre globe : elles ont mieux fait connaître l'influence *relative* de cette gravitation et de cette rotation sur les mouvements de points placés à sa surface ; elles ont, pour emprunter une expression à la mécanique céleste, permis de déterminer les perturbations que produit dans ces mouvements la force connue en mécanique sous le nom de force centrifuge composée.

Il faut, en effet, remarquer que, quand il s'agit de lois physiques, on commence habituellement par découvrir non pas la loi rigoureuse, mais seulement une loi approximative ou la partie principale de la loi. C'est, par exemple, ce qui est arrivé pour le mouvement des planètes autour du Soleil : ce fut certes un grand progrès pour l'astronomie que la découverte des lois de Kepler, mais il n'en est pas moins vrai que ces lois n'étaient qu'approchées ; une étude plus approfondie permit de constater que le Soleil n'est pas seul à attirer la planète considérée et que, pour expliquer le véritable mouvement observé, on doit en même temps avoir égard aux attractions des autres pla-

considérer comme ayant été résolue affirmativement par les expériences pendulaires elles-mêmes, dont l'interprétation ne nécessite pas la prise en considération de la torsion du fil.

nètes. De même, en ce qui concerne le pendule, on a d'abord constaté le mouvement oscillatoire dans un plan vertical ; c'est la part du phénomène la plus importante. Ce n'est que plus tard que la présence de la force appelée *centrifuge composée* a été reconnue et même mise en évidence par la rotation lente, mais continue, du plan d'oscillation du pendule.

Mais de même qu'en astronomie on néglige souvent l'attraction des planètes parce que celle du Soleil est de loin prépondérante, de même en mécanique terrestre, sauf des cas tout spéciaux, la force centrifuge composée est laissée de côté comme n'exerçant sur les phénomènes qu'une influence insensible eu égard à l'action de la pesanteur. D'un côté comme de l'autre, c'est une question de fait, de rapport numérique : on substitue, par approximation, un mouvement simple, non troublé, au mouvement réel ou troublé.

Inutile d'ajouter que si la masse de la Terre avait été suffisamment moindre ou la vitesse de rotation suffisamment plus considérable, les parts relatives d'influence de l'attraction et de la rotation eussent été renversées : alors l'effet de l'attraction de la Terre sur les corps placés à sa surface eût pu devenir insensible devant les effets de la rotation du globe.

Ern. Pasquier.

VERS LE POLE SUD

IMPRESSIONS ÉPROUVÉES A BORD DE LA " BELGICA " (1)

Chapitre XXIII

Débuts de l'hivernage

Le 7 mars 1898, la dérive vers le sud devint certaine, les observations astronomiques la renseignaient nettement.

A ce moment, nous nous trouvions, de Gerlache et moi, dans une grande perplexité. Fallait-il expliquer immédiatement la situation à l'État-Major ou bien attendre encore quelques jours ?

Longuement nous discutons la question. Il est évident que nos compagnons ne sont pas tous partisans de l'hivernage. Mais comment retourner vers le nord, alors qu'un watersky très étendu semble indiquer, vers le sud, une mer libre de glace ?

Pourtant de Gerlache croit devoir se résoudre à cette alternative, en présence de la pression qu'exercent sur lui plusieurs membres de l'Expédition.

Un moment même il se demande si ses ordres ne seront pas méconnus, dans le cas où nous poursuivrions notre route. Je le rassure en lui disant, en riant, que si cette éventualité se produit, je n'hésiterai pas à affoler le compas

(1) Voir Revue des Questions scientifiques, juillet 1902, p. 173, octobre 1902, p. 492 et janvier 1903, p. 164.

DANCO

PAGODROMA NIVEA

LE PONT RECOUVERT DE NEIGE

Photographie du docteur Cook

liquide avec de gros aimants, et à remplacer la rose du compas étalon par une autre de réserve que je pourrais, en un clin d'œil, aimanter en sens inverse. Le timonier croirait alors faire route vers le nord, et, en réalité, il s'avancerait vers le sud.

Cette proposition égaie quelques instants de Gerlache, mais sans mettre un terme à son indécision.

Mais le lendemain, 8 mars, le watersky a disparu emportant notre espoir d'une mer libre. Alors notre programme se trouve modifié : nous allons tenter de faire route vers l'île Pierre Ier.

Ce nouveau projet est accueilli froidement par nos camarades. Les membres du personnel scientifique y sont même carrément hostiles, et, au cours d'une conversation intime avec l'un d'eux, mon interlocuteur me déclare que nous ne pouvons, de Gerlache et moi, nous arroger le droit de prendre une aussi importante détermination sans avoir demandé à chacun un vote affirmatif, étant donné qu'avant le départ d'Europe il a été décidé qu'on ne chercherait pas à hiverner avec le navire. « Comment, après les leçons qui viennent de nous être données, pouvons-nous encore nous obstiner à rester au milieu des glaces ? Ne pas fuir au plus tôt c'est se faire emprisonner volontairement dans la banquise, c'est vouloir à tout prix un hivernage pour lequel nous sommes trop incomplètement préparés. Voyez, me dit-il en terminant, ce petit calepin où j'inscris mes notes scientifiques : je l'ai choisi tout petit, afin qu'il ne soit pas encombrant le jour où, le navire étant écrasé, nous devrons errer sur la banquise ! Vous riez, Lecointe, mais rira bien qui rira le dernier ! »

Ce discours m'était servi très correctement, très froidement, par un homme absolument convaincu que j'avais tort.

Le 10 mars, il neigeait ; le ciel d'un gris de plomb cachait toutes ses étoiles : impossible de reconnaître si,

sous la poussée de la tempête, nous voguons vers le nord ou vers le sud.

A proximité du navire, des crevasses se sont ouvertes, formant quelques petits lacs. Ce ne sont pas ces sillons humides qui nous permettront de sortir de la banquise, mais, pour donner satisfaction aux membres de l'État-Major hostiles à l'hivernage, il est décidé qu'une tentative va être faite dans ce sens. Notre provision de charbon nous permet cet essai qui n'exige pas plus de 500 kilogrammes de combustible.

L'appareillage a lieu, mais sans aucun résultat. De plus, on ne nous tient aucun compte de notre bonne volonté : d'aucuns prétendent que l'effort a été tenté mollement, avec l'arrière-pensée de ne pas réussir !...

Comment répondre à cette accusation ? Il est *certain* que nous avons *honnêtement* essayé de retourner vers le nord, mais il est certain aussi que de Gerlache et moi nous avons été heureux de l'échec de notre tentative.

Et nous avions les motifs les plus sérieux pour justifier cette attitude.

En effet, si, avant de nous engager dans la banquise, de Gerlache avait consulté l'État-Major, le vote n'eût certes pas été en faveur de l'hivernage, et le Commandant se serait mis dans une situation difficile en ne tenant pas compte du résultat du scrutin.

Si, au contraire, il s'était rallié au vœu général, que devenions-nous une fois hors de la banquise ?

Nous allions tristement attendre, en Amérique, le retour de l'été et..... l'argent nécessaire pour continuer la campagne l'année suivante.

Cet argent, nous l'aurait-on envoyé si nous n'avions pas accompli encore quelque action d'audace ?...

L'Expédition ne possédait plus que 16 000 francs. En ajoutant à cette somme le montant des lettres de crédit dont disposaient, à titre personnel, quelques-uns d'entre

nous, nous aurions eu à peine de quoi remettre le navire en état et nous réapprovisionner.

Et puis l'équipage nous aurait donné encore, sans doute, de nouvelles préoccupations, car si nos hommes se conduisaient bien à la mer, sur terre ils redeviendraient très indisciplinés. Jamais nous n'aurions trouvé à renouveler ou à compléter notre équipage dans ce coin reculé du monde où viennent échouer tant de déclassés.

Instinctivement donc nous craignions plus de rentrer en Amérique que de tenter le premier hivernage dans les régions antarctiques.

Le soir du 10 mars, l'atmosphère s'éclaircit et le coucher du soleil fut superbe. Le disque de l'astre partiellement voilé par une gaze légère était d'un rose pâle très doux. Dans le lointain, émergeaient quelques icebergs. Peu à peu, vers le sud-ouest, le ciel devint aussi d'un rose tendre qui, s'atténuant du côté du zénith, arrivait au blanc duveté, éblouissant.

Une demi-heure plus tard, le ciel d'un gris brun uniforme n'était plus éclairé que par un iceblink assez étendu. Vers 11 heures, la lune se leva, jetant sur la banquise les paillettes d'or de ses rayons.

Du 11 au 15 mars, les esprits demeurent agités et mécontents. Il est évident pour chacun de nous que la *Belgica* est prisonnière : plus une crevasse autour du navire ; les glaces se sont soudées, enserrant leur proie de plus en plus.

Heureusement que les aménagements en vue de l'hivernage apportent un dérivatif puissant à la nervosité de chacun. Nous voilà tous transformés en charpentiers, et couvrant le pont, depuis l'arrière jusqu'au laboratoire, d'une immense carcasse de bois protégée, à son tour, par du carton bitumé. Dame! nous ne sommes pas très habiles par ce froid qui paralyse les mouvements et engourdit les

mains : le marteau, fréquemment, manque le clou pour atteindre les doigts.

L'animation renaît, la gaîté se fait jour en saillies amusantes ! On rit, donc on est désarmé ! Le soir, la fatigue est telle que, sans discours, sans ambages, chacun se hâte de regagner sa couchette.

Le dimanche, 13 mars, grands essais de skis sur la banquise. Ceux qui en connaissent l'usage, daignent donner un conseil, voire même une leçon. Les Norvégiens se dandinent avec grâce sur ces longs patins mesurant de 2 à 3 mètres ; de Gerlache et Danco sont très présentables : ils se sont exercés en Norvège ; mais nous.... C'est grotesque !

M. Somers, absolument découragé après quelques instants de contorsions, déclare qu'il n'a aucune disposition pour ce genre de sport, que c'est de l'atavisme, que jamais, au grand jamais, aucun de ses ancêtres n'a réussi dans.... Patatras ! Somers s'étale lourdement, la pointe de ses patins enfourchée dans une vieille boîte à conserve ! Et le voilà qui se démène comme un beau diable en s'efforçant de se relever. Sans cesse, les skis s'entrecroisent et le rejettent sur la neige. Les camarades viennent à son aide, mais Somers crie, tempête et jure bien haut que jamais plus il ne chaussera ces ridicules engins.... à moins de nécessité absolue.

Ce fut le 14 mars, au soir, que pour la première fois l'aurore polaire nous apparut. Déjà le 11 et le 12, quelques lueurs s'étaient montrées dans le sud magnétique, mais elles ne m'avaient produit aucune des impressions profondes que ressentent généralement les voyageurs qui les contemplent pour la première fois. Quoi de plus naturel ?

J'étais encore sous l'influence des lectures m'en décrivant les féeries ; j'avais aussi dans la pensée un mot de de Gerlache assistant, à Anvers, au feu d'artifice qui avait clôturé la fête militaire organisée pour l'Expédition antarctique.

M. Henri Cogels s'était donné énormément de peine pour assurer la réussite de cette fête. Comme le bouquet avec sa gerbe de feu illuminait le ciel, il s'approcha du Commandant en lui disant : « C'est réussi, n'est-ce pas ? J'ai fait de mon mieux, car, de longtemps, vous n'aurez occasion d'en contempler. »

De Gerlache impassible et encore sous l'influence de récits extraordinaires — car je suppose qu'il n'avait jamais vu d'aurore — avait pris un petit air suffisant pour répondre : « Nous aurons mieux :.... l'aurore polaire ! »

Alors M. Cogels était resté bouche bée ; les journalistes s'étaient rapprochés vivement, prenant des notes ; les jeunes filles avaient frémi d'admiration, tandis que Mme Osterrieth, « notre mère adoptive à tous », avait eu sur les lèvres un sourire de satisfaction en contemplant ses chers enfants !....

Naturellement notre imagination à tous avait enfanté des merveilles, et, tout naturellement aussi, les chétives aurores du 11 et du 12 mars nous avaient apporté une cruelle déception. Ce n'était là, heureusement, qu'un faible prélude ; la première belle aurore que nous vîmes fut celle du 14 mars 1898.

Il était dix heures et demie du soir lorsque le ciel, qui était d'un bleu sombre absolument serein se teinta, vers le sud, d'une lueur d'un blanc laiteux, phosphorescente.

Cette lueur disparut un moment, comme si le rideau se baissait après le prologue, puis elle reprit plus vive et dessina un long ruban moiré qui semblait onduler au gré des vents.

Bientôt le ruban devint plus net, plus brillant, dardant des rayons vers un même point du ciel, vers le zénith magnétique.

Tout à coup, il s'étire, s'élargit, s'allonge, se raccourcit pour s'allonger encore indéfiniment, en formant une arche dont les deux extrémités touchent la banquise. La portion du ciel, à l'intérieur de l'arche, reste d'un bleu

sombre, presque noir. Mais voici des groupes de rayons qui s'élancent ; ils sont d'or avec, parfois, des reflets verdâtres. A certains moments, ils semblent s'éteindre pour reparaître bientôt plus brillants. Ils se meuvent, se déplacent, s'écartent, se rapprochent. L'arche elle-même se plisse, s'ondule, se déforme en projetant des rayons vers le zénith magnétique.

Enfin, comme si l'effort qui l'agite devenait soudain trop violent, le ruban se rompt et se dédouble en deux longues traînées lumineuses, qui, à leur tour, s'affaiblissent, se décolorent, s'éteignent.... c'est la nuit !....

Mais non ! brusquement, un ruban reparaît encore, et il scintille et se déploie jusqu'à former une draperie phosphorescente, au bas de laquelle des rayons semblent dessiner une frange. C'est le rideau qui termine la féerie : il est d'une telle ténuité que les étoiles brillantes le traversent de leurs regards curieux. La lunette astronomique nous permet d'en compter des milliers et de comparer l'infini de là-haut à notre petitesse d'ici-bas.

Car quelles sont ces lueurs étranges qui circulent ainsi dans la nuit (1) ? La science explique ou cherche à expli-

(1) Parmi les théories qui ont cours, jusqu'à présent, sur l'aurore polaire en voici une qui semble la plus rationnelle.

Considérons un tube de Geisler traversé, à ses deux extrémités, par deux bouts de fil de platine isolés l'un de l'autre. Si nous faisons le vide dans le tube et si nous mettons chacun des fils en contact avec les pôles d'une machine électrique en activité, le courant traversera le tube et rendra incandescent l'air raréfié qu'il contient : on aura une aurore polaire artificielle. L'incandescence des gaz des hautes régions de l'atmosphère, dans la direction où se manifeste une aurore, est nettement démontrée par l'analyse spectrale.

La vaporisation à la surface de la terre et l'induction unipolaire transportent de l'électricité dans l'atmosphère.

Cette électricité peut revenir à la terre, dans la zone torride et les zones tempérées, brusquement, par une décharge qui produit la foudre.

D'un autre côté, la position réciproque de la terre et de la couche atmosphérique pour laquelle la pression est de 0,005 m., occasionne une accumulation d'électricité vers les pôles.

Là, le retour à la terre se produit par un écoulement lent au travers des paillettes de glace en suspension dans l'atmosphère et qui servent de conducteur.

Cet écoulement, qui n'est pas lumineux dans les parties basses de l'at-

quer ce météore, mais devant le spectacle lui-même on est saisi par le merveilleux, le mystère... ; on se tait, on admire...

Les dernières lueurs de l'aurore s'éteignirent vers 3 heures du matin, aux premiers blanchissements du jour ; mais, dès 2 heures, mon attention avait été forcément attirée par un autre phénomène qui devait se passer à 2 heures 20 environ : l'éclipse du premier satellite de Jupiter. Cette observation avait une réelle importance pour nous, car, en notant l'heure exacte de la disparition du satellite, nous pouvions régler les chronomètres. Aussi, dès 2 heures, la lunette astronomique était-elle montée sur le pont tandis que Dobrowolski installé, avec ses chronomètres, à la fenêtre entr'ouverte de la cuisine, attendait mon signal.

Comme je changeais de place, un instant, pour me réchauffer, je vis, à quelque cinquante mètres du bord, un corps long et noir qui se monvait sur la banquise.

« Pas de doute, pensais-je, c'est un phoque qui cherche aventure. »

Vite je cours au carré, je prends mon fusil que je charge, mais, avant d'épauler, les préoccupations du métier me font jeter un coup d'œil à la lunette.

Le satellite va disparaître : impossible de tirer le phoque sans compromettre mon observation. Je me recroqueville sous ma lunette et suis tellement heureux de

mosphère — c'est-à-dire à forte pression — le devient dans les sphères élevées.

Les arcs lumineux superposés s'expliquent par la présence de couches d'air de pression variable, et cette hypothèse permet d'expliquer la grande mobilité du phénomène, puisqu'une modification dans les positions relatives de ces couches d'air change les conditions dans lesquelles s'effectue l'écoulement de l'électricité.

Il reste à expliquer pourquoi les rayons ont des tendances à darder vers le zénith magnétique du lieu où se produit l'aurore.

Ce fait est dû à ce que la résultante des forces qui conduit l'électricité dans l'atmosphère est, dans ce lieu, perpendiculaire à la direction de l'inclinaison (application de l'induction unipolaire par Edlund).

saisir l'astre au moment où il s'éteint dans le cône d'ombre de Jupiter, que mes instincts deviennent aussi pacifiques qu'ils étaient belliqueux quelques minutes auparavant. Je décharge le fusil, que je renvoie au carré, et tranquillement je continue à observer les derniers vestiges de l'aurore polaire, tout en jetant, de temps à autre, un regard protecteur au phoque immobile sur la banquise.

Or, le lendemain matin au déjeuner, comme nous échangions nos impressions sur la nuit précédente, Cook tout à coup se plaignit du froid, déclara qu'il n'avait pu fermer l'œil de la nuit, parce que ses cheveux et sa barbe collaient à son sac de couchage !

Tous nous relevons la tête et le considérons avec stupéfaction !...

— Mais oui, continue-t-il, la nuit était si belle, le paysage si pittoresque, que je me suis étendu sur la glace dans mon sac de couchage. Malheureusement, la vapeur d'eau, se condensant puis se congelant sur le sac, avait fini par m'y mouler ! C'était très désagréable !

— Comment ! c'était vous le phoque ? m'écriai-je épouvanté.

Cook protesta avec une certaine indignation.

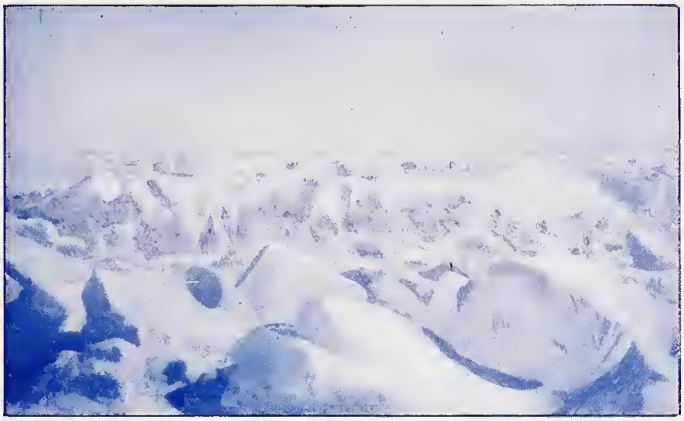
Nous nous expliquâmes...

Pauvre et cher ami Cook ! sans l'éclipse du premier satellite de Jupiter, je vous fusillais comme..... un phoque !...

Chapitre XXIV

Tout le monde grincheux !

Le lendemain, 15 mars, nous commençâmes nos constructions au dehors. Danco et Dufour élevèrent un observatoire magnétique ; Cook, Amundsen et moi dressâmes l'observatoire astronomique, puis, avec l'aide de Van



LES PRESSIONS

Photographie du docteur Cook

SONDAGE SUR LA BANQUISE

Photographie du docteur Cook

Rysselberghe, une sorte de hutte qui pût, au besoin, servir aux observations d'électricité atmosphérique.

Pendant ce temps, de Gerlache, secondé par le lieutenant Mélaerts et l'équipage, retournait pour la $(k + 1)^{me}$ fois, les caisses à provisions, que l'on transportait vers l'arrière où devait s'édifier la cambuse.

Le 16 au matin, je rejoignis ce dernier groupe, et nous voilà sciant, clouant, dans le compartiment de l'arrière, n'ayant pour tout éclairage que des bougies fixées sur de petites planches. C'est miracle que nous n'ayons pas fait sauter le navire, car dans un réduit voisin du nôtre et que nous devions fréquemment traverser se trouvaient cinq cents kilogrammes de tonite.

Cet explosif n'avait pas été emballé comme cela se pratique dans l'artillerie ; les paquets de tonite avaient été empilés dans des caisses quelconques très minces, en vulgaire bois blanc, et les couvercles en avaient été fixés avec des vis en fer. Cette tonite avait déjà subi, pendant notre longue traversée de la zone torride, un commencement d'avarie qui devait se poursuivre activement dans l'antarctique grâce à l'humidité du local où elle se trouvait.

A côté de la tonite, se trouvaient les charges de poudre des canons lance-harpons, dans des boîtes dont plusieurs n'avaient pas de couvercle. Plusieurs de ces charges s'étaient rompues et de gros grains de poudre noire formaient à certains endroits un véritable tapis. Enfin, six petites caisses en bois, dont deux éventrées, contenaient des milliers de cartouches avec amorce au fulminate de mercure...

Et malgré cela, nous traversions ce compartiment avec la plus grande sérénité du monde, ne prenant même aucune précaution pour protéger les bougies coulantes à l'aide desquelles nous projetions un peu de lumière dans ce coin obscur du bâtiment.

Dans l'entrepont, un réservoir de benzine était placé au milieu des caisses, sans précaution spéciale ; il était même

légèrement fendu à la partie supérieure. Non loin de lui enfin étaient réunis une dizaine de fûts contenant l'alcool destiné à la conservation des échantillons zoologiques.

Si un incendie de quelque importance éclatait dans le navire, ce serait un feu d'artifice superbe, un bouquet digne d'avoir été commandé par notre ami Henri Cogels. La pompe à bras ne fonctionnant plus depuis des mois, le col-de-cygne de la bouche de refoulement du petit-cheval sur le pont n'ayant jamais existé, nous aurions pour unique moyen de défense quelques seaux, nos carafes et nos verres de table ! Il nous resterait à déménager sur la banquise, si nous en avions le temps avant que le feu atteignît les explosifs.

Du 17 au 20 mars, la banquise devint encore plus compacte, le froid s'accentua, le vent souffla en fréquentes rafales, chassant une neige fine et perlée comme du sable sec.

Malgré ce temps épouvantable, Danco et quelques matelots cherchèrent à établir un conducteur de cuivre le long du mât d'artimon, pour les observations d'électricité atmosphérique. Ils furent obligés d'abandonner cet essai : les cordages recouverts de givre glissaient entre leurs doigts et ne leur permettaient pas de se hisser jusqu'au sommet du mât.

Impossible d'ailleurs d'exécuter au dehors, par cette tourmente, un travail scientifique quelconque ; nous dûmes nous contenter de besognes manuelles, nous préparant à la lutte contre l'hiver.

Le 22 mars, il y a de l'orage dans les esprits ; l'énervement est général !... Un matelot refuse de vaquer au service de propreté du poste, sous prétexte qu'il y a des marins plus jeunes que lui. Les membres de l'État-Major qui hivernent à contre-cœur ne laissent échapper aucune occasion de constater combien peu nous sommes préparés à batailler contre les éléments. J'entends dire que le bateau n'a jamais été définitivement armé ; que la machine

à sonder n'est pas entretenue ; que la machine motrice de la bobine d'enroulement est dans un piteux état ; que le grand treuil à vapeur s'abîme ; que plusieurs tuyaux à fuites subissent, comme réparation provisoire, une simple liure au filin, etc., etc. Je dois avouer que ces remarques m'impressionnent un peu parce qu'elles sont débitées avec calme et mesure. Et puis, en mon for intérieur, comment ne pas convenir que tout cela est exact ?

Le 23 mars, mon tour arrive aussi de perdre ma sérénité. Comme je vais observer les déviations du compas étalon, je le trouve encombré de ferrailles, de carton bitumé et de mille autres choses. Même désarroi dans les environs du compas liquide. Alors, ronchonnant ferme, je regagne mon logis.

J'ai tort de dire « logis » ; il n'y a pas de mot, en français, pour désigner ce qui me sert de chambre.

Dans cette espèce de caveau éclairé faiblement par un hublot et un prisme de verre que j'ai fait ajouter à mes frais, tout paraît noir et sale. Le plafond est fendu sur toute la longueur des joints ; il porte autant de traces noires que de fois j'ai allumé ma bougie ! A certains endroits, la résine du bois s'est frayé un passage, coulant le long de la muraille en traînées luisantes et visqueuses, qui tachent les vêtements que j'ai le malheur de pendre là.

Tous les efforts tentés pour rendre mon taudis riant et coquet ont tristement échoué !

Pourtant les photographies du *Magenta*, de la *Melpomène*, du *Terrible*, du *Dupuy de Lôme* voilent en partie les murs me rappelant mon heureux séjour dans la flotte française ; des doigts de fée m'ont brodé rideaux, portière, courte-pointe : des lézards d'or couchés paresseusement sur du satin de laine d'un vert glauque comme l'eau de mer ; un pinceau habile a retracé un paysage me rappelant des souvenirs charmants ; une âme généreuse m'a

offert la jolie glace qui reflète le petit bout de ciel passant derrière mon hublot !...

Mais comment entretenir l'ordre et le bon aspect dans un réduit où doivent s'accumuler les choses les plus disparates ?

La nuit, lorsque je me déplace dans mon lit, je me heurte de tous les côtés. Et quel tour de force, d'adresse, de ruse même pour parvenir à travailler dans ce taudis !

Il n'y a pas de chambre de cartes : le laboratoire est à peine suffisant pour Arctowski et Racovitza, et il ne peut être question de faire une besogne sérieuse au carré où l'on entre et sort à tout moment. J'ai dû user de stratagème pour caser tout mon matériel.

Les cartes dont je ne me sers pas couramment sont roulées et attachées au plafond, où se balance également l'électro-aimant à l'aide duquel se transmettent les signaux horaires.

Au plafond encore est maintenu par des ficelles un énorme carton qui, à mon appel, vient se poser sur mon lit pour former table de travail.

Enfin, du plafond toujours, descend un trapèze, mon unique siège pour écrire ou pour dessiner, et que je suis obligé de remonter quand je veux faire le moindre mouvement. Pas très reposant ce genre de chaise, et combien peu stable !...

Plus j'examine mon *capharnaüm*, plus ma mauvaise humeur s'accentue. Alors, pour faire diversion, je me décide à demander un brin de causette à l'ami Danco.

Pauvre vieux ! c'est lui qui pourrait se plaindre de sa cabine, ou plutôt de *leur* cabine, car il la partage avec Racovitza, Cook et Arctowski !

Longue et étroite comme un couloir, elle prend l'air et la lumière par deux hublots dont un seul peut s'ouvrir. La fenêtre carrée du côté de l'avant est peu avantageuse pour le renouvellement de l'air, car elle donne sur la machine et n'apporterait éventuellement que des émana-

tions d'huile chaude ou d'oxyde de carbone. Deux séries de couchettes, composées chacune de deux lits superposés, s'alignent le long de la muraille. Les couchettes de la première série mesurent $1^{m},80$; celles de la seconde ont dû être allongées de dix centimètres pour MM. Danco et Racovitza ! Vis-à-vis des lits, le mur est occupé par des armoires à tiroirs multiples, où s'entassent pêle-mêle les objets les plus divers. Deux microscopiques lavabos remplissent les coins non envahis. Au-dessus de chacun d'eux, une sorte d'étagère portant un bidon et une éprouvette de laboratoire : le bidon est censé contenir de l'eau douce ; l'éprouvette sert de verre à boire !

Un passage, large de $0^{m},40$ environ, reste libre au milieu de la chambre. C'est là que ces messieurs peuvent s'habiller et se déshabiller, à condition toutefois d'évoluer avec une extrême discrétion. Point de banc ni de chaise, mais au fond du passage, contre le mur, une planchette mobile forme une sorte de siège minuscule pouvant supporter tout au plus la moitié de ce que la Nature accorde, pour s'asseoir, à tout individu !

Les matelas, les literies étaient soignés, mais une circonstance imprévue avait obligé certains de nos amis à les mettre au rancart. La cabine étant peu élevée et l'espace entre deux couchettes superposées très restreint, ces messieurs ne pouvaient se soulever sans se heurter à une paroi ou l'autre. Ajoutons que le manque de place les obligeait à introduire sous leur matelas, leurs vêtements pliés, au fur et à mesure qu'ils se déshabillaient, ce qui augmentait considérablement la hauteur du matelas.

Arctowski, lui, n'avait pu réaliser, dès le début, ce desideratum, attendu que sa pelisse pliée occupait une trop grande place dans son lit. Il avait donc pris le parti de se coucher le dernier et de jeter tous ses vêtements sur le pont de sa chambre.

D'un autre côté, afin de se heurter moins souvent à la couchette superposée, Cook avait rejeté successivement

ses draps, puis ses couvertures, puis son oreiller, tant et si bien qu'un beau soir il supprima courageusement le matelas et disparut dans un sac de couchage !

On s'imagine facilement l'aspect de ce réduit vers deux heures du matin. Les sacs de fourrure, les pelisses, les vêtements de laine, les onze pipes de Danco répandent une odeur moins qu'hygiénique. L'absence de ventilation rend les respirations laborieuses, pénibles même; les cauchemars agitent les dormeurs. Il paraît que, justement la nuit précédente, Racovitza a débité un discours aux phoques et aux pingouins ; Danco, bouillant artilleur, s'est démené en hurlant : « Si, si, il faut augmenter le contingent » ! Cook s'exclamait : « *All is right !* » tandis que le pauvre Arctowski gémissait douloureusement rêvant de thermomètres brisés ou de bouteilles à eau qui ont une fuite !

Ces détails racontés avec humour parviennent à me dérider. Je me décide à retourner sur mes pas tout en jetant un coup d'œil, en passant, à la case des officiers Amundsen et Mélaerts.

« Ces derniers sont vraiment encore plus mal lotis que nous, me dis-je en rentrant chez moi, j'aurais mauvaise grâce de continuer à me plaindre ! »

Alors très gaîment, je saisis mon petit trapèze, je descendis mon carton-pupitre sur mon lit et me plongeai dans mes calculs de réduction.

Chapitre XXV

« *Alea jacta est* »

Oui, le sort en est jeté ! Chacun a pris son parti d'un état de choses que nulle volonté humaine ne peut plus modifier à présent.

L'équipage travaille assidûment à protéger contre le

froid les murailles du navire par un parapet de neige, car, bien que nous soyons relativement peu éloignés de la mer libre, nous sommes loin d'avoir un « climat maritime ». Le vent qui nous arrive du nord est *relativement* doux, mais celui qui nous vient du sud s'est glacé en labourant le champ immense des neiges éternelles. Les attributions de tous sont nettement définies ; chacun a devant soi un trop vaste champ d'étude pour connaître jamais les loisirs de l'ennui.

Arctowski observe les phénomènes météorologiques et scrute les mouvements des glaces ; Dobrowolski s'occupe des nuages, de la neige, du givre ; Racovitza s'intéresse à la vie animale où qu'elle se trouve, au-dessus ou au-dessous de la banquise ; Danco s'absorbe dans les mesures magnétiques ; moi, enfin, je me consacre aux observations astronomiques, en dehors de mes fonctions de Commandant en second. Pour cette double tâche, je suis particulièrement favorisé, car de Gerlache, anxieux de me donner toute latitude pour mon travail scientifique, prend généreusement à sa charge les nombreux et multiples détails du service, pour lesquels il est d'ailleurs très heureusement secondé par les lieutenants Amundsen et Mélaerts.

Le soir, c'est avec joie toujours qu'on se retrouve au carré. La boîte à musique, régulièrement mise à contribution pendant une heure au moins, débite à chacun son morceau préféré. Un certain va-et-vient s'établit entre le carré, le laboratoire et le pont, où se font, d'heure en heure, les observations météorologiques. Ces allées et venues produisent une heureuse diversion à la monotonie de notre nouveau genre de vie.

Pourtant il ne fait pas trop chaud à l'arrière ! Le poêle n'est pas encore placé ; nous ne recevons là que quelques calories venant de la machine dont les feux ne sont pas encore éteints, mais simplement couverts, afin d'économiser le combustible.

Du 20 au 23 mars, la neige tomba presque constamment en fin poussier que les rafales chassaient avec violence et qui pénétrait partout, sous les vêtements, dans les observatoires par les moindres fissures, dans les logements par les plus petits joints des portes et fenêtres.

Pendant ces journées maussades Cook eut le don de nous dérider par ses interrogatoires amusants sur la psychologie de chacun de nous :

« Que regrettez-vous davantage, au pays ? »

« A qui, à quoi rêvez-vous le plus souvent ? »

Et, avec un sérieux imperturbable, il consignait, sur ses tablettes, les réponses les plus saugrenues.

« Somme toute, s'écria-t-il un jour, comme si ses yeux s'ouvraient enfin à la lumière, on soupire après des lettres de mère, de sœur, et surtout.... de sœur des autres !.... »

Cette réflexion montre combien notre brave docteur s'était transformé depuis son arrivée à bord. Au début, Cook était le plus rigide Américain que le nouveau monde eût jamais porté : il goûtait peu les plaisanteries « à la française », et, comme nous avions remarqué que les calembours avaient particulièrement l'heur de l'exaspérer, nous en faisions d'épouvantables, mélanges exotiques de mots français, anglais, norvégiens ! Cook, avec dédain, nous répétait sans cesse : « Ne vous exhibez jamais à New-York avec de semblables manières, car il n'y aurait qu'un cri pour vous conspuer : à la porte, à la porte ! »

On s'habitue à tout, dit-on : peu à peu, Cook se fâcha moins, goûta même nos plaisanteries, devint lui-même d'une gaîté charmante et s'associa finalement à toutes nos fantaisies.

Le 23 mars, le ciel se dégage après tant de jours gris, et nous présente un superbe coucher de soleil.

Le 26, les feux de la machine sont éteints, le grand panneau en est recouvert d'un plancher où l'on installe un poêle, dont la cheminée débouche sur le pont, tout contre le mât d'artimon. Ce foyer central chauffe à la fois

PHOQUE DE ROSS

Photographie du docteur Cook

MANCHOT DE FORSTER

Photographie du docteur Cook

les cabines et le carré, mais à condition d'être maintenu en pleine activité. Comme le foyer du poste, il consomme du charbon anthraciteux d'origine belge. Une énorme bouilloire remplie de neige se trouvant en permanence sur le feu nous approvisionne d'eau douce.

En règle générale, bon nombre d'entre nous ne se donnent pas suffisamment de mouvement, hors du navire. Comme le confinement est absolument pernicieux, on force les récalcitrants à respirer l'air du dehors, en saisissant toutes les occasions possibles de les faire travailler sur la banquise. — Ils s'y rendent, mais... en traînant un peu la patte. La seule, la véritable attraction qui les arrache à leur frigidité, c'est la chasse. Aussi bien, l'hiver est à la porte, il est temps de nous approvisionner de vivres. Comme la banquise est encore assez peuplée, on tue à peu près tout ce qu'on rencontre en fait de phoques et de manchots. Il faut voir Racovitza, après ces jours de carnage, le tablier au cou, un grand couteau à la main, éventrant les cadavres encore chauds pour en examiner l'estomac, les intestins, voire même les résidus de nourriture ! Et quelle joie lorsqu'il découvre un embryon ! Il l'emporte comme s'il s'agissait d'un trésor inestimable.

Les espèces de phoques que nous rencontrons sur la banquise sont au nombre de quatre : le phoque crabier et le phoque de Weddel, que nous avions rencontrés dans le détroit de Gerlache et que nous avons décrits précédemment, le phoque de Ross et le vrai léopard de mer.

Le phoque de Ross *(Ommatophoca Rossi)* n'a été aperçu qu'en été, et nous n'en avons compté que treize. Il diffère essentiellement des autres espèces par des membres excessivement réduits, tandis que la tête et le cou sont particulièrement développés. La voix est gutturale comme le son d'une cornemuse ou, mieux encore, comme la voix de Cook.... lorsqu'il parle la langue des Onas !

Le vrai léopard de mer *(Ogmorhynus Leptonyx)* a plus de trois mètres de long ; il se déplace avec agilité sur la banquise, et l'histoire naturelle lui prête des méfaits qui justifient son nom. Il va, paraît-il, jusqu'à s'attaquer aux manchots (1).

Lorsqu'un phoque a été dépecé, son cadavre, abandonné sur la banquise, attire les ossifragas, ces grands équarrisseurs des régions froides. La faim les tenaillant, ils se jettent sur les cadavres, se plongent jusqu'au cou au milieu des chairs meurtries, dégustant de préférence les intestins de phoque ! Par moment, curieux de voir ce qui se passe aux alentours, ils relèvent la tête, l'agitent légèrement pour en faire tomber le sang et les matières fétides, puis, rassurés par notre immobilité, ils continuent leur hideux festin.

Si un ennemi approche, ils ne se décident qu'à grand'-peine à quitter leur proie : ils s'éloignent lourdement, car le poids de leur estomac trop empli les empêche de voler ; mais si on les poursuit ils font un dernier sacrifice, rejettent sur la neige des matières innommables et, géants de plus de deux mètres d'envergure, s'envolent au-dessus de nos têtes en poussant des plaintes affreuses. Ils nous contemplent de là-haut avec voracité, supputant, semble-t-il, les chances qu'ils peuvent avoir de nous dévorer un jour !

Les manchots que nous avons rencontrés sont de deux espèces : le manchot de la Terre Adélie *(Pygoscelis Adeliae)*, et le manchot de Forster *(Aptenodytes Forsteri)* ou manchot royal.

Les premiers ressemblent beaucoup aux manchots antarctiques du détroit de Gerlache, mais ils ont les côtés de la tête noirs et la gorge noire ou blanche ; de là, une variété à gorge blanche et une variété à gorge noire.

(1) Ce fait n'a pas été vérifié par l'Expédition, mais Racovitza a vu deux léopards de mer qui se disputaient une carcasse de manchot que nous avions jetée par-dessus bord.

Les manchots royaux sont superbes ; ils mesurent plus d'un mètre et leur poids peut atteindre quarante kilogrammes. Ils portent haut la tête qu'ils ont fort petite, et ne la meuvent que lentement afin de bien voir ce qui se passe autour d'eux. La tête est noire au-dessus et d'un magnifique jaune d'or sur le côté. Le bec est long, généralement noir, excepté à la base où il est strié de pourpre et de bleu. L'œil est petit, il reflète le calme le plus absolu. La poitrine et le ventre sont d'un blanc de neige, mais le dos d'un bleu sombre avec quelques reflets gris. Autour du cou, un collier de plumes blanches.

Le manchot royal possède la dignité qui convient à sa haute noblesse : il marche lentement, sans se préoccuper de ce qui se passe autour de lui, jette par instants un coup d'œil admirateur au soleil, puis continue sa promenade jusqu'au moment où l'appétit l'engage à plonger. Il descend alors à la mer, se gave d'*euphausia* et retourne faire la sieste pendant de longues heures. De temps à autre, il jette un rauque appel, puis reprend son somme, heureux de vivre dans un monde béni où il ne compte pas un seul ennemi. Combien agréable d'être manchot royal !...

Le petit manchot de la Terre Adélie est d'une vivacité surprenante ; c'est, de plus, un musicien de tout premier ordre. Van Mirlo avait tout particulièrement le don de les charmer en sonnant du clairon. Installé à l'avant du navire, il soufflait dans son instrument avec une ardeur inquiétante jusqu'au moment où les jeunes manchots accouraient vers lui en se dandinant. Alors, à un signal donné, nous fondions sur eux, le gourdin à la main. Les pauvres étaient si effarés de cette attaque qu'ils croyaient se tromper, mais lorsque, éperdus, ils revenaient vers nous, nous les massacrions sans pitié.

Quand ils n'étaient pas en nombre, ils se montraient plus prudents : au premier coup de bâton, ils se jetaient sur le ventre et fuyaient avec une vitesse vertigineuse. Il est arrivé un jour à quatre d'entre nous d'en poursuivre

un, courageux jusqu'à l'héroïsme. La chasse dura plus d'une heure et, lorsque la pauvre bête tomba enfin inanimée, elle avait reçu trois balles de revolver et deux balles de fusil, sans compter les nombreux coups de massue.

Nous étions, nous-mêmes, exténués. Semblables chasses étaient cruelles, je le sais, mais nécessaires hélas ! C'était la lutte pour la vie dans toute son intensité ; la lutte contre le froid, pour certains la maladie incurable, pour d'autres la mort.

Chapitre XXVI

Kjoedbollers, Kjoedpolsers... et lapin d'Australie

Les *Kjoedbollers* sont originaires de la Norvège. Ça n'a pas de sexe, ça se vend tout préparé dans des boites de fer blanc hermétiquement closes. L'analyse la plus minutieuse n'a jamais pu en révéler la composition : Racovitza y retrouvait des éléments du règne animal et du règne végétal ; Arctowski n'hésitait pas à en classer la source dans le règne minéral ; Cook les déclarait échappés d'une morgue ; quant à moi, il me semblait que, bolides refroidis d'un astre sans atmosphère, ils étaient tombés, un jour, dans une casserole infernale !

Cependant Amundsen, qui les connaissait de longue date, me certifiait que ce mets consiste en boulettes de viande de chat, hachée, broyée avec la fourrure, les dents et les os !... Horreur !...

Quoi qu'il en soit de leur provenance ou de leur origine, les kjoedbollers nagent dans une sauce nauséabonde ayant un goût prononcé de « soulève le cœur ».

Le mot *kjoedboller* prit bientôt à bord un sens international, et le mot servit à désigner toute chose particulièrement mauvaise.

Voulait-on mettre un camarade en garde contre un accident quelconque, il suffisait de lui dire : « Attention ! kjoedboller ! » Ce terme nous était aussi très commode pour nos conversations en langage mixte — anglais et français — avec le Dr Cook.

D'autre part, l'appellation « kjoedboller » constituait une injure grave. Chacun de nous eût, à la rigueur, toléré que, dans un moment de vivacité, on l'appelât « canaille », mais « kjoedboller » jamais !... Pourtant, le cas faillit se produire, un jour, dans une circonstance néfaste dont nous parlerons plus loin.

Les *Kjoedpolsers* ressemblent beaucoup aux kjoedbollers ; seulement le hachis extraordinaire dont ils se composent est tassé dans des boyaux de chat de gouttière. Ils forment donc des espèces de saucissons.

Les *Fricadellers*, norvégiens comme les précédents, sont de gros kjoedbollers ou de petits kjoedpolsers, quant aux dimensions ; pour la saveur et la qualité, c'est « kif-kif » !

Les *Fiskebollers*, dont le berceau est en Danemark, diffèrent des précédents en ce qu'ils ont pour base, non la viande, mais le poisson. Flottant dans une crème blanche, ils ont la grosseur et l'aspect d'un œuf dur, mais, en réalité, ils sont plus épouvantables au goût que tous les kjoedbollers et kjoedpolsers de la création ! Ils ont, de plus, le grave inconvénient de se gâter, même par les plus grands froids. Dans cet état, ils dégagent une odeur si pestilentielle que si nos souliers venaient à en effleurer un sur la banquise, tout le monde s'en apercevait dès la rentrée à bord, et fuyait le personnage ainsi contaminé.

Je n'ai pas épuisé la liste : il reste le *lapin d'Australie*, plus exécrable encore !

Au point de vue zoologique, ce fameux lapin doit être le bâtard issu d'une union monstrueuse, car jamais lapin des régions connues ne pourrait dégénérer, même en boîte, jusqu'à un goût si détestable.

Lorsque le plat, entouré d'une auréole de pruneaux, apparaissait à table, Racovitza et moi, nous frissonnions jusqu'aux moelles. Ce dernier imagina un truc fort ingénieux pour nous aider, tous les deux, à cette absorption difficile Dès que le plat était signalé, Raco m'excitait à une discussion politique. Entraînés par la défense de nos thèses respectives et bouleversant, de fond en comble, l'ancien et le nouveau monde, nous avalions, sans nous en apercevoir, le fameux lapin. Chose singulière, à peine le morceau était-il ingurgité que nos idées redevenaient pacifiques.

Cependant, vers la fin de notre hivernage, notre estomac ne se laissait plus leurrer, même dans nos discussions les plus orageuses.

Un jour, perdant toute mesure, je m'oubliai au point de m'écrier : « Mais Racovitza, vous êtes un anarchiste » ! Raco bondit sous l'injure et riposta : « Oh ! kjoed... ! » la fin du mot demeura dans son gosier ; il s'était heureusement arrêté à temps ! S'il eût ajouté « boller », un duel à mort s'ensuivait !...

On pourrait s'étonner de l'insistance avec laquelle je décris ces produits hétéroclites, mais, si souvent hélas ! ils revenaient sur notre table, surtout pendant la longue traversée de l'Atlantique ! Grâce au Ciel, vers le milieu de l'hivernage ils ne furent plus servis et constituèrent notre fonds de réserve *pour les jours de famine*.

Il ne faut pas conclure de ce qui précède que le Commandant avait agi à la légère en achetant ces conserves. Ayant mangé ces aliments frais en Norvège, il les avait jugés excellents ; de plus, un explorateur polaire de renom les lui avait fortement recommandés. Ajoutons qu'un cuisinier habile aurait peut-être réussi à les accommoder à notre goût, mais, si Michotte représentait un brillant soldat de la Légion étrangère, il était, par contre, un piètre cuisinier. C'était par pur dévoûment qu'il avait

accepté, depuis Punta-Arenas, les fonctions de coq. Il préparait presque tous les plats de la même manière, avec peu d'eau ou beaucoup d'eau, selon le degré de consistance voulu. A part cela, l'honnêteté même : jamais il ne s'offrit la moindre ration supplémentaire, alors cependant qu'il en avait toutes les facilités.

Aussi de Gerlache avait pour Michotte une sympathie toute particulière. Ses fonctions évoquaient le temps où, lui-même, embarqué comme simple matelot, il avait, un jour, reçu l'ordre de faire la cuisine du Capitaine. S'en était-il acquitté mieux que Michotte ?... Il est probable que non ; et de là son extrême indulgence. Comme il avait fait du chemin le petit mousse, devenu Commandant d'un navire et chef d'une expédition vers le pôle !

D'ailleurs, comment ne pas aimer le brave garçon qui faisait l'impossible pour nous satisfaire ? Un jour même, il se mit à nous faire du pain, un pain pas très léger que nous dénommions le « pain-plomb » ! Puis l'ambition du métier le poussant, il s'attacha à la pâtisserie et, une fois par semaine, nous servit une « galette-plomb » sur laquelle il étendait une légère couche de confiture. Oh ! le travail de mastication que devaient fournir nos mâchoires avant de présenter ces aliments à nos estomacs fatigués !...

Pendant les repas nous ne manquions jamais de plaisanter le menu, ce qui navrait profondément notre brave Commandant.

Un samedi que nous étions tous en gaîté, Arctowski et moi déclarons à de Gerlache que si les kjoedbollers ne sont pas mangeables, il faut s'en prendre à la manière dont ils sont préparés. Nous ajoutons que s'il veut nous donner carte blanche, tout le monde, le lendemain, se régalera des kjoedbollers. « Moi, dis-je, je m'engage, d'ores et déjà, à en manger quatre !... » De Gerlache ouvre des yeux éblouis et nous autorise à prendre, à la cambuse, tout ce que nous voulons.

Le lendemain matin, un dimanche, Michotte vient prendre nos ordres. Arctowski, sans se déconcerter, lui ordonne de préparer deux bouteilles de Madère, trois grandes boîtes de kjoedbollers, cinq biscuits de mer, une boîte de saindoux, et de porter le tout à la cuisine.

Dix minutes plus tard, nous sommes devant les feux ; les boîtes sont ouvertes et le saindoux fond dans une casserole.

Alors, pour nous donner du cœur, nous débouchons le Madère et trinquons avec Michotte. Un camarade passe, puis un second, puis un troisième.... on les appelle et l'on retrinque !...

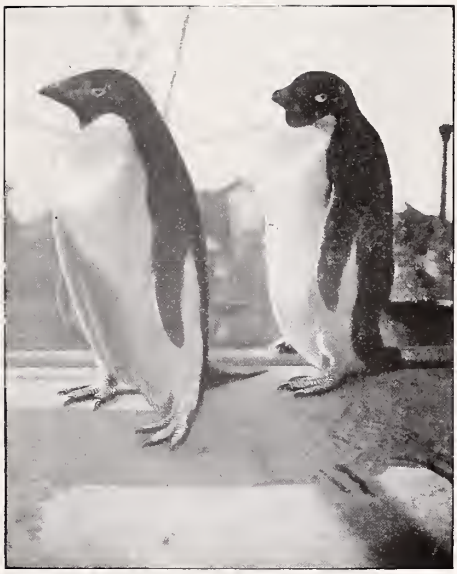
Mais l'heure du dîner approche, plus une minute à perdre !

Le biscuit de mer, réduit en chapelure, saupoudre les kjoedbollers enveloppés de farine et arrosés d'un filet de Madère — il n'en restait pas davantage ! — puis le tout est précipité dans le saindoux bouillant. Michotte agite, laisse égoutter, et nous suit au carré où nos amis, à table, nous attendent avec impatience. Quelle entrée triomphale ! Cook a saisi la manivelle de l'orgue de barbarie et joue une stridente *Brabançonne ;* de Gerlache sourit avec bienveillance. Pour lui, c'est un grand jour, c'est la fête des kjoedbollers.

Quelques instants après, changement à vue : personne ne songe à dissimuler la plus horrible grimace qu'un mets exécré puisse jamais amener sur visage humain ! Arctowski et moi jouons l'étonnement le plus complet. Bon gré, mal gré, il fallut m'exécuter et avaler quatre de ces horreurs !

Chose étonnante, je les digérai !

Et dire que j'ai cela dans le sang ! Pourvu que, par atavisme, mon fils ne s'avise pas d'avoir une passion folle pour les kjoedbollers !...



MANCHOTS DE LA TERRE ADÉLIE

Photographie du docteur Cook

LA NEIGE POUR LA PRÉPARATION DE L'EAU DOUCE

Photographie du docteur Cook

Chapitre XXVII

Travaux scientifiques

Dès le lendemain de ce joyeux repas, le travail nous a tous ressaisis. Rien de plus naturel, car chacun a devant les yeux une importante série de questions à résoudre, questions des plus intéressantes, des plus absorbantes même puisque toute observation faite dans ces régions inexplorées a pour nous le charme puissant des choses absolument neuves. Dans ces conditions, toute recherche scientifique est attrayante même lorsqu'on n'y parvient qu'au prix des plus grandes difficultés matérielles.

Nous avons détaillé précédemment les multiples obstacles dont sont semées les observations astronomiques sur la banquise : l'observatoire dont la fragilité est extrême ; les instruments dont l'instabilité provoque maintes expériences ratées ; les doigts qui, sans gants, sont raidis par le froid ou brûlés par le contact des pièces métalliques ; qui, avec gants, deviennent d'une maladresse complète pour manier les objets délicats ; enfin les lourdes fourrures qui entravent la marche et la liberté des mouvements.

Puis d'autres ennuis encore : si l'on approche le visage d'une lentille, la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré se condense sur les objectifs ou les oculaires, s'y congèle et les ternit. Parfois même le mercure des horizons artificiels se congèle également par un brusque abaissement de la température.

Immédiatement après les observations, viennent les calculs que l'on transcrit dans des registres spéciaux. Il faut prévoir les surprises : la mort peut nous enlever sans avis préalable.

Danco ne chôme pas : sans cesse il est plongé dans d'interminables calculs préparatoires aux séries d'obser-

vations ou dans les nombreuses mesures des valeurs absolues des éléments du champ magnétique terrestre.

Plusieurs d'entre nous concourent aux observations météorologiques dirigées par Arctowski. Toutes les heures au moins il faut noter la force et la direction du vent, la température des thermomètres, la hauteur barométrique indiquée au baromètre marin et la pression renseignée aux anéroïdes, enfin la nébulosité du ciel.

Dès qu'un phénomène météorologique se manifeste, Arctowski est sur la brèche. Rien ne peut alors le distraire ni l'arracher à son travail. Si on lui dit un mot, il répond d'un ton sec : « Ne me parlez pas, j'observe ! »

Dobrowolski ne se ménage pas davantage : le nez en l'air, il suit pendant des heures l'apparition, la marche, la transformation et la disparition des nuages. D'autres fois il examine à la loupe tout ce qui tombe du ciel, neige ou givre.

Sur la banquise, des jalons fichés en terre déterminent la quantité de neige tombée.

Les pressions et les détentes de la banquise, la formation des hummocks, des crevasses et des lacs, tout est analysé : Arctowsky mesure même l'épaisseur de glace qui se forme après une heure, deux heures... etc., selon la température.

Le travail le plus fertile en surprises est certes celui de Racovitza : au-dessus et au-dessous de la banquise, s'étend son champ d'observation. Partout il va recueillant les diatomées, ces algues microscopiques qui constituent là-bas la seule nourriture du plancton, c'est-à-dire l'ensemble des animalcules flottant entre deux eaux dans les couches supérieures de l'océan.

Ces animalcules, parmi lesquels l'euphausia dont nous avons déjà parlé, sont nombreux pendant l'été lorsque les diatomées, leur pâture, reçoivent la lumière du soleil ; mais dès que l'astre a disparu et que l'hiver soude les champs de glace, les diatomées se flétrissent, meurent, et

le plancton se dessèche aussi faute de nourriture. Et ce sont ces débris des diatomées et du plancton qui donnent la vie à la faune pélagique, dans les couches profondes de l'océan, où règne le calme perpétuel, où la température voisine de 0 degré reste constante, où enfin les rayons solaires ne pénètrent jamais.

La machine à sonder a été gréée d'une façon plus pratique que dans nos premiers sondages, mais elle n'est pas utilisable, non plus que le treuil destiné à relever les dragues et les lignes. Nous les réservons pour le moment où nous serons en mer libre (!), car ces engins exigeraient le maintien sous pression de notre grande chaudière, qui consommerait un charbon précieux que nous devons ménager le plus possible.

Nous avons cependant une sonde, de construction grossière, mais précise, maniable à la main, que de Gerlache, avec le concours d'Arctowski, Amundsen, Mélaerts, Johansen et Somers, a fait installer sur la glace.

Le virage des lignes destinées à la pêche se fait également à la main ou à l'aide d'un petit cabestan à bras auquel s'attellent deux ou trois hommes.

Pas un seul d'entre nous qui ne soit attiré par le mystère du fond des eaux ! Dès que l'un ou l'autre peut disposer de quelques instants, il se précipite du côté de Racovitza, soit qu'il pêche à fleur d'eau avec un filet d'étamine de soie, soit qu'il racle le fond des mers avec le faubert, soit encore qu'il jette la drague plus puissante pour remonter des échantillons de toute nature.

La pêche terminée, notre naturaliste se trouve en présence d'une formidable besogne pour laquelle il ne peut malheureusement disposer d'aucun aide sérieux.

Notre bon docteur n'est pas inactif non plus, bien que l'état sanitaire du bord reste bon jusqu'à présent. Il prend notre température à l'aide de petits thermomètres qu'il nous place dans la bouche pendant quatre à cinq minutes ; il note le nombre de nos pulsations ; nous pèse

sur une balance installée par lui au-dessus du panneau de la machine ; il examine nos lèvres, nos gencives, nos dents, nos yeux, retourne nos paupières, puis consigne scrupuleusement dans ses tablettes toutes ses observations. Lorsque nous nous plaignons d'un malaise, il nous dit avec conviction : « Si vous étiez à New-York, mon client payant, je vous donnerais un médicament, mais ici ce n'est pas la peine, vous guérirez tout aussi bien sans cela ! »

Amundsen et Mélaerts surveillent les travaux journaliers du bord ; de plus, le premier est chargé de l'installation et de l'entretien des engins de pêche, tandis que le second s'occupe du matériel des sondages.

Au poste, la discipline laisse encore parfois à désirer : un tel se plaint qu'il doit trop nettoyer, un autre s'endort au lieu de faire le quart, un troisième refuse de se lever à l'heure ; mais, en somme, rien de grave.

Les matelots sont fiers de collaborer aux travaux scientifiques : Koren prépare les oiseaux, Tollefsen racle et fait sécher les peaux, Johansen entretient l'observatoire astronomique, Dufour enfin rend maints services à Danco.

Ainsi, grâce au travail incessant, grâce au travail qui chasse l'ennui dans les jours calmes et réconforte dans les jours de tristesse, le temps s'écoule avec rapidité.

Pourtant, il est bien pâle, ici, le soleil d'automne !....

Chapitre XXVIII

Derniers jours de soleil

Le 25 avril 1898. — Chaque jour le soleil s'élève un peu moins au-dessus de l'horizon, la température descend à -26°,5, des ouragans violents se succèdent, chassant avec furie la neige arrachée à la banquise et dont le tourbillon se confond avec la neige qui tombe.

Dans les moments d'accalmie, la glace se détend : un lac s'est même formé vers l'avant du navire, mais bientôt il s'est congelé.

Les champs de glace se soudent, ne formant plus qu'une immense plaine, où les cétacés ne trouvent plus d'endroits pour venir respirer. Les baleinoptères et les phoques brisent alors avec leur tête la glace fragile de formation récente ; ils demeurent quelque temps sur place pour aspirer longuement, puis disparaissent.

Une certaine apathie s'empare de nous : quelques membres du personnel ne veulent même plus sortir du navire pour la promenade quotidienne. Des ordres formels doivent être donnés pour les moindres détails du service : il faut fixer à chaque homme le jour du bain hygiénique ou du lavage du linge.

L'eau douce des réservoirs étant conservée pour la réserve, il est nécessaire d'en demander, chaque jour, à la neige. En conséquence, les mécaniciens ont disposé le distillateur sur le pont, en dessous de la toiture nouvellement construite.

Tous les matins, un groupe d'hommes va chercher, avec des traîneaux, les blocs de neige qui n'ont pas été foulés aux pieds. Ces blocs sont découpés et précipités dans le distillateur. Le combustible se compose de graisse de phoque à laquelle on ajoute un peu de houille. Grâce à ce système, notre provision de charbon ne s'épuise pas ; car on peut difficilement se faire une idée et de la masse énorme de neige et de la quantité de chaleur nécessaires pour recueillir deux à trois cents litres d'eau.

Un changement assez important s'est produit depuis peu, à bord : la cuisine, laboratoire chimique de Michotte, est descendue d'un étage ; de Gerlache l'a fait établir dans l'entrepont, près du poste. J'aurais aimé à m'installer dans l'ancien local pour y travailler plus à l'aise, mais le Commandant, gardant une respectueuse admiration pour

le temple des kjoedbollers, m'a fait comprendre que cette cuisine resterait vierge de toute autre destination.

Le 28 avril. — Depuis quelques jours, s'est glissé dans nos rangs un sourd mécontentement qui se manifeste en vivacité mal réprimée, dès qu'une contrariété ou une contradiction se place sur notre chemin. Une seule chose reste pourtant intacte, c'est l'empressement avec lequel on s'entr'aide pour le travail scientifique : chacun de nous se met en quatre dès qu'il s'agit de rendre service à un camarade qui doit recourir à ses soins.

1er mai. — Grand jour pour X..., notre socialiste avancé du bord ; il y va de sa petite manifestation et organise, à lui tout seul, sur la banquise un imposant défilé dans lequel il remplit tous les rôles. Il est d'ailleurs très intéressant X... ; il dit, avec beaucoup d'esprit, « son fait » à la classe dirigeante : d'après lui, point n'est besoin de chefs pour diriger la société, les hommes et les femmes devraient jouir d'une parfaite égalité ! Pas très compliquée sa politique générale !

Il convient de remarquer ici que, selon l'usage de bord et en vertu du grand principe de la liberté de conscience, aucune question politique ou religieuse ne fut jamais agitée entre nous. L'un ou l'autre pouvait émettre une opinion en toute liberté, mais il ne recevait ni approbation, ni contradiction. X... put donc manifester à son aise et, comme il insistait sur l'importance de ce jour de fête *à son point de vue à lui*, on lui accorda même une faveur quelconque.

Mais ce qui fera connaître complètement la doctrine socialiste de notre ami, c'est le petit incident suivant, qui se passa un peu plus tard. X..., un beau jour, fut attaché à la machine en qualité de graisseur. Le second mécanicien, Van Rysselberghe, étant devenu malade, le graisseur dut, pendant un quart, faire fonction de mécanicien, et on lui adjoignit, en sous-ordre, le chauffeur Koren. Or, on vit se passer ce fait inouï : X..., devenu maître à son

tour, fit peser, sur son subordonné, un véritable joug. Une demi-heure ne s'était pas écoulée qu'il vint me demander une punition sévère pour Koren, qui ne déployait pas assez d'activité : « Est-ce que ce gaillard ne se mêle pas de me répliquer, clamait-il, et de discuter mes ordres ! Sans obéissance au chef de service il n'y a rien à faire ! » Je ne sais si X... fut converti par ce fameux essai. Dans tous les cas, je souhaite aux ouvriers de n'avoir jamais affaire à un maître aussi despote.

Le 2 mai. — Est-ce l'effet des théories séditieuses de X... ? Sont-ce mes mauvais instincts qui se font jour ? Je suis aujourd'hui d'humeur belliqueuse. Après le dîner, j'ai un long entretien avec de Gerlache : je lui expose que tous les hommes d'équipage témoignent du mécontentement au sujet de la nourriture ; qu'ils ont raison et que ce serait mauvaise politique que de lasser leur patience. Je déplore que, malgré mes fonctions de commandant en second, je n'aie jamais été mis au courant de la quantité de vivres qui se trouvait à bord, et je lui pose ce dilemme : Ou bien les vivres font défaut, et j'ai le droit de le savoir ; ou bien les vivres sont abondants, et les rations doivent être augmentées.

Cette déclaration produit sur de Gerlache un véritable coup de foudre ! « Certes, nous avons des vivres, mais que dira la « presse » lorsque, plus tard, elle parlera de nous ? Ne nous accusera-t-elle pas d'avoir abusé de la situation pour faire trop bonne chère ? »

J'avoue tout simplement que je me moque pas mal d'une presse qui serait aussi mesquine — surtout de celle de l'antarctique — et que je suis d'avis de donner une ration suffisante, sans nous occuper des canards des régions tempérées !

Après un assez long entretien nous nous séparons et, ainsi qu'il convient à la suite de l'examen d'une question épineuse, sans avoir rien décidé. Mais le lendemain, au dîner, de Gerlache exhibait une longue liste de menus,

dressés avec un soin extrême et indiquant des rations qui cette fois donnaient pleine satisfaction à nos estomacs fatigués.

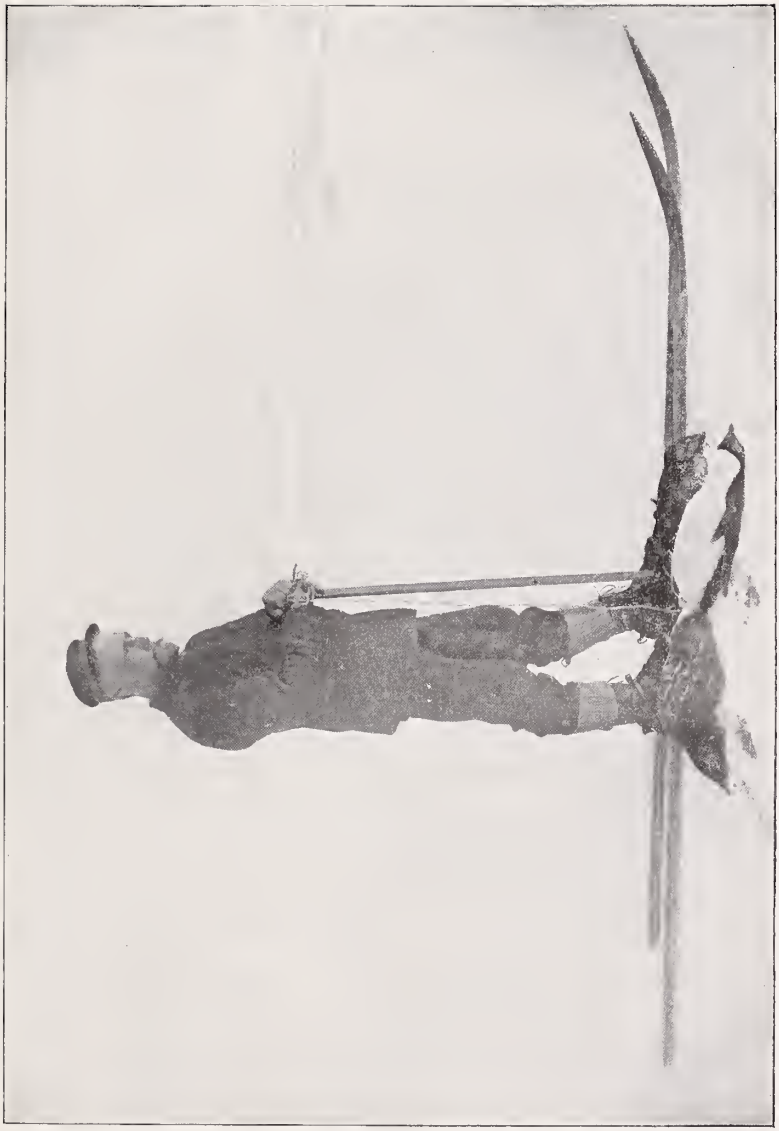
Dimanche, 8 mai. — Le temps est superbe ; repos général pour l'équipage, car aucun travail urgent ne doit être exécuté.

Sur la banquise, Cook achève de monter la mâture d'un traîneau à voiles. Le véhicule est superbe au repos : la brigantine et le foc, taillés dans la toile de plusieurs draps de lit, sont de vaste envergure. Les draps sont de rechange à bord, car de Gerlache et moi sommes les seuls qui en fassions encore usage.

Le traîneau est terminé, une douce brise gonfle les voiles, c'est joli au possible, mais.... rien n'avance ! Le vent est trop faible, ce sera pour plus tard ; en attendant, pour juger de l'effet, poussons le traîneau.

Holà ! il se renverse : le centre de gravité et le centre de voilure étant situés très haut. Cook, piqué au jeu, le charge, afin d'abaisser le centre de gravité, puis recommence en vain de nombreux essais. Et pendant ce temps plaisanteries et quolibets vont leur train....

L'après-midi, nous nous rendons, nombreux, à un petit iceberg situé à deux milles environ du navire. Cet iceberg, soudé à la banquise, est de forme très gracieuse : on dirait un rocher de la jolie baie d'Along, dans le golfe de Tonkin. Une de ses faces présente une série de plans inclinés sur lesquels on peut monter à skis. Parvenu au sommet, on se laisse redescendre sur la pente rapide, lorsqu'on a quelque habitude de ce genre de sport. Mais que de chutes pour la plupart d'entre nous ! Et puis, arrivés au bas de l'iceberg, nous devons redoubler de prudence : il y a, en contre-bas, un fossé profond de trois mètres. Lancé à grande vitesse, on franchit le fossé, si l'on maintient les skis bien horizontaux ; mais si la vitesse est moindre la pointe des patins se fiche dans la berge, et l'on fait une formidable culbute.



AMUNDSEN

Photographie du docteur Cook

Peu à peu, nous nous enhardissons à descendre par groupes de deux ou trois, en nous donnant la main. Hélas ! l'un de nous perdant l'équilibre entraîne tous les camarades ! C'est alors, dans un tourbillon de neige, un enchevêtrement de skis, de têtes, de bras et de jambes à n'en pas finir.

Pour augmenter l'ardeur des hommes de l'équipage auxquels cet exercice en plein air est des plus salutaires, nous organisons des courses de vitesse, sauts de fossé, d'obstacle, et nous donnons en prix des bons de 25, 30, voire même 50 francs, payables à la première escale.

Le soir, à bord, la gaîté est générale ; il y a du bonheur dans l'air et des rayons de soleil dans notre âme !

Le 10 mai est marqué par un accident regrettable. Pendant le sondage le fil se rompt, entraînant dans l'abîme une des bouteilles à échantillon d'eau, ainsi que le gros plomb de sonde, arrangé d'une façon spéciale pour rapporter des échantillons de grand fond. Notre pauvre ami Arctowski est profondément navré de cette perte, très importante pour lui, et en reste même un peu grincheux toute cette journée-là.

12 mai. — De Gerlache est mélancolique depuis quelques jours ; c'est à peine s'il paraît au carré, en dehors des repas. Seul dans sa cabine, il remet au courant son journal de bord. Après le souper, nous restons ensemble quelques minutes sur le pont, puis il se retire de nouveau jusqu'au lendemain matin. Son état de santé n'est pas bon : il éprouve constamment de violentes pressions dans les tempes. Rien d'étonnant : il se ressent maintenant de l'activité surhumaine qu'il a déployée pendant les trois années précédentes pour mettre sur pied son Expédition ; sans compter les vexations que lui ont attirées des amis maladroits, les préoccupations et les ennuis que lui a créés l'équipage pendant la traversée de l'Atlantique.

13 mai 1898. — Jour néfaste ! Le vent a soufflé avec violence ; les champs de glace se sont rompus et une

crevasse s'étant formée au pied de mon observatoire, la petite construction s'est écroulée comme un château de cartes. Amundsen et Cook m'ont prêté main-forte, de sorte qu'une partie de mon matériel a été sauvée.

Danco, très amusé de mes lamentations, m'a expliqué, par $a + b$, que j'avais mal choisi l'emplacement, que j'aurais dû faire comme lui et éviter de m'établir près d'une ancienne crevasse.

Comme, pour mieux appuyer sa théorie, il m'entraînait vers son observatoire, nous ne fûmes pas peu surpris de constater que ce dernier, semblable à une île flottante, s'écartait lentement de notre champ de glace.

Immédiatement, prenant ma revanche, je le compare à une cabane à canards, au milieu d'un étang ; puis, par dix raisons plus mauvaises que bonnes, j'explique à mon camarade qu'il est seul responsable de cet accident, qu'on ne s'installe pas impunément sur un ancien hummock, ni près d'une ancienne lagune !

17 mai. — Grande fête nationale pour les Norvégiens ! Le poste est pavoisé aux couleurs belges et norvégiennes, et nos amis du Nord sont l'objet de toutes nos attentions.

Pourtant, un regret inconscient pèse sur nos esprits : le soleil se montre aujourd'hui pour la dernière fois ! Il est déjà sous l'horizon, nous ne le voyons plus que par réfraction, et ses rayons mourants ne nous en semblent que plus chers !

Voici midi vingt, et c'est déjà la nuit !

Adieu, soleil ! Adieu pour seize cents heures, astre qui nous donne la chaleur et la vie ! Que deviendrons-nous sans toi ? Te reverrons-nous jamais ?....

Chapitre XXXIX

La mort de Danco

Le 23 mai 1898. — Malgré le froid glacial qui a régné toute la journée, Tollefsen, Johansen, Amundsen et Cook ont installé une ligne télégraphique reliant mon nouvel observatoire au navire. Cette mesure était bien nécessaire, car les chronomètres se seraient détériorés complètement, si l'on avait continué à les transporter par ces grands froids. Grâce à ce nouveau système, les signaux horaires sont transmis télégraphiquement dans ma chambre, où Dobrowolski se tient pendant les observations. Le petit télégraphe fonctionne à merveille.

Le même soir, Danco, qui est un peu souffrant, et moi sommes demeurés seuls au carré. Le Commandant, Amundsen et Mélaerts sont dans leur chambre ; Racovitza, Cook et Arctowski, dans le laboratoire.

A la pâle lueur d'une bougie, j'ai raccommodé mon veston qui tombait en ruines, tandis que Danco me lisait, à haute voix, quelques pages de l'ouvrage de Tissot : *Au pays des Tsiganes ou la Hongrie inconnue.*

Si nos anciens amis du régiment nous avaient vus ainsi, ils auraient trouvé la scène plaisante : j'avais l'air d'une jeune femme qui coud, près du foyer, sa première layette, pendant que Danco, le modèle des maris, l'égaie par une intéressante lecture.

Le 27 mai, comme nous étions au carré, de Gerlache et moi, le docteur vint nous dire que Danco était plus sérieusement atteint qu'il ne l'avait cru tout d'abord : l'affection cardiaque fait des progrès effrayants et la faiblesse est extrême, étant donné le manque d'appétit. Le malade ne consent à prendre qu'un peu de lait condensé et des peptones de Liebig. Cook défend que Danco sorte du navire, de crainte d'une pneumonie.

Notre pauvre ami se désespère à cause de ses observations magnétiques. Alors, sans rien lui dire, je le remplace pour ce travail, me réjouissant à la pensée que, lorsqu'il sera guéri, je lui remettrai ses carnets complètement au courant.

Hélas ! le 29 mai, le mal empire. Danco me fait appeler le matin et me prie de faire ses observations qu'il craint de ne pouvoir reprendre de longtemps. Je le rassure de mon mieux et lui promets de les lui communiquer chaque jour : il pourra même, si cela l'intéresse, faire les réductions. Il accepte tout d'abord, mais il a trop présumé de ses forces, il doit renoncer à toute fatigue.

L'après-midi de ce même jour, Cook vient me rejoindre sur la banquise ; il a l'air si préoccupé que, pressentant un malheur, je l'interroge anxieusement. Il m'explique que la maladie fait chez Danco de tels ravages que rien ne peut plus le sauver. A la suite d'une analyse minutieuse, il a constaté, comme nouvelle complication, une forte albuminurie. Je suis anéanti ! Je ne puis croire à la réalité. Je pensais bien que notre pauvre ami était gravement atteint, mais le perdre si vite, si vite, cela me semble impossible !

2 juin. — Oh ! le douloureux réveil ! De Gerlache vient de me dire que le dénoûment fatal arrive à grands pas : il me demande de vouloir bien me charger de la cruelle mission d'avertir le mourant. L'avertir ? le faut-il ? Ce coup ne va-t-il pas hâter la fin ? Et puis, Danco n'a aucun parent ; toutes ses dispositions testamentaires sont réglées : mais avons-nous le droit de le laisser s'éteindre doucement, inconsciemment ? De commun accord avec de Gerlache et le docteur, nous convenons d'attendre encore.

Le 3 juin. — Quel froid ! 30° sous zéro, et pourtant je m'empresse d'aller observer au dehors, afin de quitter un moment le carré où notre pauvre ami souffre et gémit, étendu sur le canapé.

La banquise est superbe, éclairée par la lune qu'aucun

nuage ne voile ; elle est hérissée de hummocks. Les silhouettes de quelques membres de l'équipage se détachent toutes noires sur le fond d'albâtre. Le Commandant et Cook profitent de cette nuit sereine pour photographier la *Belgica* au clair de lune.

Le 4 juin. — Le temps est radieux ; toute la matinée nous nous dégourdissons les membres sur la glace, nous relayant auprès du malade. L'après-midi, le ciel se voile, une neige épaisse tombe lentement. Cook endosse ses vêtements de fourrure et, se couchant sur la banquise, se laisse peu à peu ensevelir sous la neige.

Vers la soirée, Danco est plus mal : la faiblesse est telle qu'il ne peut plus absorber qu'un peu de jus de citron. Le docteur ayant remarqué que l'oppression du malade augmente dans l'obscurité, deux bougies sont constamment allumées dans sa chambre. Et nous éprouvons la triste impression de veiller déjà dans une chambre mortuaire !

Pauvre Danco ! il nous est si reconnaissant du peu que nous pouvons faire pour lui ! Une chose nous console : il ne voit pas venir la mort. Il parle du retour ; il veut être le premier à revoir la terre : il ira la guetter dans le nid de corbeau !...

Cette douce illusion est-elle sincère ? ou bien, par une exquise délicatesse de son âme généreuse, veut-il nous donner le change, afin de ne pas nous attrister davantage ?

Le dimanche, 5 juin. — Notre malade est si mal que Cook lui fait, le matin, une injection de morphine. Vers quatre heures de l'après-midi, il se réveille ; il n'éprouve aucune douleur, mais sa respiration est haletante. Vers cinq heures, il est nécessaire de faire une nouvelle piqûre de morphine : le dénoûment suprême arrive à grands pas !

Le soir, le souper n'est pas servi au carré mais dans la cabine de de Gerlache. Vers sept heures, le docteur vient nous prévenir que l'agonie a commencé.

Tous, nous nous rendons au carré. Danco est étendu sur le canapé ; il balbutie avec peine quelques mots ; il

ouvre, par moments, ses yeux tout grands, puis les referme lentement ; un long râle sort de sa poitrine oppressée.

Le docteur me demande de parler au mourant, mais les mots ne viennent pas ! C'est un ami dévoué, un frère qui est étendu là ; j'ai le cœur serré comme dans un étau...

Que dire ? De qui parler à ce pauvre enfant sans famille ? Tout à coup, je me rappelle le culte qu'il professait pour son régiment, le 2me d'artillerie ; l'affection reconnaissante et vive que lui inspiraient deux de ses anciens professeurs, les frères Lagrange, ses sages conseillers après la mort de son père ; enfin le lieutenant d'artillerie, Henrion, son meilleur ami, presqu'un frère.

Comme dans un rêve, j'évoquai pour lui, un à un, tous ces noms aimés, et je sentais, à une légère pression de sa main, que ces souvenirs touchaient encore son cœur.

Tout à coup, le râle cesse : une dernière fois, Danco ouvre les yeux, puis les referme à jamais...

Il était 7 heures du soir, le 5 juin 1898.

Même jour, 9 heures du soir. — Cook et moi avons fait la toilette du mort. Il repose, calme et beau, dans les plis d'un drapeau national.

Les hommes de l'équipage, prévenus par le Commandant, viennent, un à un, s'incliner devant le cadavre : la consternation, le regret se lit dans tous les yeux !

A la nuit, de Gerlache nous demande s'il n'y a pas lieu de faire embaumer le corps, et de le déposer, dans un cercueil, sur la banquise, afin de le reprendre, le jour où nous serons délivrés, pour le faire enterrer au pays.

Cook, à qui incombera la tâche la plus pénible, s'abstient d'émettre son opinion ; Racovitza et moi, nous insistons, avec énergie, pour qu'il n'en soit pas ainsi : si d'autres morts se succèdent, pourrons-nous toujours conserver la dépouille ?

Danco sera donc immergé le mardi, 7 juin, après le délai légal. Le Commandant, Amundsen et moi veillerons le mort.

Il est minuit, c'est mon tour de veille. Une misérable bougie éclaire la chambre mortuaire, absolument glaciale, car, par mesure hygiénique, nous avons entr'ouvert un hublot. Le silence le plus complet règne autour de moi, et rien ne peut détourner ma pensée de ce cadavre couché là dans ce drapeau. Pourtant, je n'éprouve plus cette angoisse qui m'étreignait, lors de son agonie : je sais qu'il jouit maintenant de l'éternel repos.

Lundi 6 juin. — Tout est sombre, tout est gris, le ciel se confond avec la banquise. Le silence n'est interrompu que par les craquements sourds de la mâture ou de la coque du navire. Tout travail est suspendu, excepté pour Johansen et Knudsen, qui cousent le funèbre sac, dans lequel sera ensevelie la dépouille mortelle.

A 4 heures de l'après-midi, tout est prêt. Amundsen, Cook et moi faisons appel à toute notre énergie pour procéder à la dernière toilette du mort.

Au moment où nous achevons notre funèbre besogne, on frappe à la porte : Van Rysselberghe nous apporte quelques fleurs séchées, dernier souvenir de sa mère au moment du départ de Belgique. « Il avait promis de les garder toujours, mais il se sent dégagé de sa promesse s'il les donne, comme suprême adieu, à celui qui nous a quittés. » Avec émotion, nous plaçons les fleurs et refermons le linceul. Puis le corps est descendu sur la banquise, et placé sur un traîneau jusqu'au lendemain matin.

La nuit du 6 au 7 juin est rayonnante de beauté : lorsque, d'heure en heure, nous nous rendons sur la dunette pour les observations, nos regards ne peuvent se détacher de cette sombre civière qui est là, tout près du bord.

Le 7 juin, à 11 heures du matin, le froid est tel que les hommes ont toutes les peines du monde à hisser, dans les haubans, le drapeau belge cravaté de deuil. 35° sous zéro et avec une bise des plus violentes.

Des matelots pratiquent dans la glace une ouverture pour l'immersion du corps, mais dès que les fragments de glace sont coupés, ceux-ci se congèlent et se réunissent à nouveau.

Le travail n'avance pas, on va même l'abandonner lorsque, brusquement, une détente se produit, rouvrant une ancienne crevasse. Aussitôt les hommes s'attellent au traîneau funèbre, que nous suivons tous.

Arrivé à la crevasse, on attache les boulets à la partie inférieure du sac, mais au moment où Mélaerts veut les pousser vers l'ouverture, la glace se brise sous son poids! Déjà une de ses jambes plonge dans l'eau glacée, lorsqu'on parvient à le ressaisir !

Tout le monde se découvre ; le Commandant s'avance pour parler, mais il est si profondément ému qu'aucun son ne parvient à sortir de son gosier contracté. Après quelques moments il peut enfin prononcer les douloureux regrets et l'adieu éternel.

Alors, les boulets sont poussés dans la mer ; sous cette traction, le cadavre se redresse brusquement, comme s'il reprenait vie ! Tous, nous frémissons saisis d'une mystérieuse horreur, tandis que lentement, très lentement, le sac se remplit d'eau, glisse, s'enfonce et disparaît sous la banquise qui, pour mieux garder sa proie, se referme.

Oh ! cette banquise d'albâtre tant de fois rêvée par Danco ! cette banquise qui lui sert de mausolée, dans son beau rêve, sans réveil cette fois, et qu'il voit se poursuivre indéfiniment dans la mort !...

Émile Danco naquit à Malines le 27 novembre 1869. Il fit ses études au Collège Saint-Louis, puis, à l'âge de 17 ans, fut admis à l'École militaire de Bruxelles, section des armes spéciales. En 1888, il fut admis en qualité d'élève sous-lieutenant à l'École d'application.

A l'âge de 19 ans, Danco avait encore le caractère d'un

LE LIEUTENANT MELAERTS, LE CHEF MÉCANICIEN SOMERS ET L'ÉQUIPAGE

VAN RYSSELBERGHE
KOREN
JOHAUSEN

TOLLEFSEN
MÉLAERTS
SOMERS
KNUDSEN

VAN MIRLO
DUFOUR
MICHOTTE

Photographies du docteur Cook

enfant, et ce fait était dû à la sollicitude affectueuse mais étroite de son père, le lieutenant-colonel Danco.

Jamais Émile, bien que déjà officier, ne pouvait sortir seul : dès qu'il quittait l'École d'application, il devait rentrer chez lui en ligne droite, et ses promenades avaient lieu, toujours, sous l'œil vigilant de son père.

En vain, notre ami essaya-t-il de tirer « la carotte », toujours des circonstances fortuites le faisaient prendre en flagrant délit ! Découragé, il se résigna, et, à sa seconde année de l'École d'application, n'essaya même plus de jouir d'une liberté quelconque sans en avoir, au préalable, obtenu l'autorisation.

Cette sévérité excessive, tout en l'empêchant de se préparer à la lutte pour la vie, eut cependant le résultat heureux de le faire travailler sérieusement : il sortit deuxième de la section d'artillerie.

En 1891, il fit son entrée au régiment de Malines et, peu de temps après, il eut la douleur de perdre son père qu'il adorait.

Émile Danco, dont la mère était morte lorsqu'il était au berceau, se trouva donc seul au monde. Il possédait une assez belle fortune, il jouissait de l'estime de ses chefs et de l'affection de tous ses camarades. Chose exceptionnelle, il n'avait pas un seul ennemi.

Malgré son vif attachement pour le 2me régiment d'artillerie, il fut pris soudain du violent désir de quitter la Belgique. A la suite de quelle circonstance — peut-être romanesque — cette décision fut-elle prise, je l'ignore ; toujours est-il qu'il m'écrivit plusieurs fois, en France, m'exprimant son espoir de faire un stage dans la flotte française, comme de Borchgraeve et moi.

Ses démarches furent malheureusement inutiles : le Gouvernement belge ne voulant pas envoyer à l'étranger un troisième officier.

Sur ces entrefaites, de Gerlache venait de faire connaître son projet d'expédition au pôle sud. Danco alla

vers lui et, avec une insistance extraordinaire, le pria de l'admettre dans son État-Major. Le brave garçon souscrivait, par anticipation, à toutes les exigences du service, à toutes les volontés du chef de l'Expédition, et mettait même à sa disposition une somme de plusieurs milliers de francs. De Gerlache, cependant, hésitait : non qu'il doutât des capacités et du courage de Danco, non qu'il dédaignât l'argent mis à sa disposition et dont il avait le plus grand besoin, mais parce qu'il savait que Danco avait la poitrine très délicate. Enfin, en présence de l'insistance obstinée de notre ami, il finit par céder.

Mais alors se montra, dans l'armée, une vive opposition. Tous les chefs émirent un avis défavorable, et particulièrement, l'inspecteur général de l'artillerie, le lieutenant-général de Cuyper, ancien ami du lieutenant-colonel Danco. Il déclara que laisser partir le fils serait l'envoyer à une mort certaine ; que de plus, ce serait priver l'Expédition d'un membre ayant les mêmes capacités, mais une santé plus robuste pour résister au froid.

Danco, inébranlable, tenta une démarche auprès du Ministre de la Guerre ; elle échoua. Désespéré, il s'adressa à l'Archevêque de Malines qui voulut bien plaider sa cause à la Cour.

L'autorisation tant rêvée arriva enfin : elle admettait que « l'homme qui possède une réelle vocation et qui poursuit un but humanitaire ou scientifique, a le droit de payer de sa vie la gloire de rendre service à la science et à ses semblables ».

Danco, triomphant, se mit aussitôt à l'œuvre.

Guidé par les frères Lagrange, il se prépara aux observations magnétiques ; sous la direction de M. Lancaster, il étudia le service météorologique dans lequel il devait seconder Arctowski.

Il alla en Autriche où il fit des mesures pendulaires sous la conduite du colonel von Sterneck ; il se rendit à Wilhelmshaven, où le Dr Borgen lui donna de précieux

conseils sur les méthodes à employer en mer pour les observations magnétiques ; enfin, il passa quelques jours en France, à l'Observatoire du parc Saint-Maur, pour voir déterminer les coefficients de température des aimants.

Il fallait encore s'entraîner physiquement. Dans ce but, il séjourna assez longtemps en Norvège, où il se fortifia, au grand air, dans les excursions à skis. Là aussi, avec le dévoûment, l'abnégation la plus complète, il aida de Gerlache qui faisait ses préparatifs de départ.

Danco fut l'ami le plus dévoué, le plus enthousiaste de l'Expédition. A bord, il donna, en tout et toujours, l'exemple de la plus stricte discipline.

Comme travaux scientifiques, il a effectué une série de mesures pendulaires à Rio-de-Janeiro ; il a déterminé les éléments magnétiques dans différentes stations du détroit de Gerlache ; enfin, il venait de commencer une importante série d'observations magnétiques lorsque la mort l'enleva.

Le nom de *Terre de Danco* a été donné à la partie de terre resserrant, au sud-est, le détroit de Gerlache.

(A suivre.)

G. Lecointe.

L'ART DE MANGER

D'APRÈS LES PHYSIOLOGISTES MODERNES

On s'est souvent demandé s'il ne serait pas utile que les cuisiniers fussent des chimistes. Au moment de préparer un dîner, ils feraient une analyse exacte des différents mets, calculeraient la quantité d'azote qui y est contenue et verraient si la somme des féculents et des graisses est capable de fournir l'énergie nécessaire à l'organisme. Peut-être aussi pourraient-ils examiner s'il n'y a pas lieu de remplacer une certaine quantité de sucre ou de fécule par de l'alcool, puisque l'alcool, si décrié, est devenu un aliment.

Malheur aux estomacs si on faisait une telle révolution dans l'art de la cuisine ! La question de la digestion est entrée dans une nouvelle voie depuis sept à huit ans, et les savants eux-mêmes, après un travail opiniâtre, en sont venus à proclamer que les anciennes méthodes ont du bon et qu'un cuisinier avant d'être un chimiste doit être un fin gourmet.

C'est de Saint-Pétersbourg que nous est venue la lumière. Pendant dix ans, Pawlow (1) assisté de collaborateurs dévoués s'est efforcé de démêler le problème compliqué de la digestion.

Bien d'autres savants s'étaient appliqués à ce problème. Que d'analyses, que de fermentations instituées avec les

(1) *Le travail des glandes digestives.* Paris, Masson, 1901.

sucs digestifs, que de vivisections opérées, que de fistules stomacales, pancréatiques, biliaires pratiquées, que d'anses d'intestin sectionnées pour saisir sur le vif l'acte de la digestion !

Mais voyez la difficulté. Si l'on opérait en dehors de l'organisme avec les ferments digestifs, était-on assuré que les expériences *in vitro*, comme on dit, correspondaient exactement à ce qui se passait *in vivo ?* Et d'un autre côté, si l'on recourait à la vivisection, pouvait-on s'attendre à ce que l'animal, dont on venait d'ouvrir l'abdomen et de torturer les organes mêmes de la digestion, se mît à digérer aussi tranquillement que lorsqu'il se livre à ses ébats dans tout l'épanouissement de la vie ?

Je veux bien que les animaux exempts, à la différence de l'homme, de ces appréhensions plus redoutables que l'opération elle-même et ne s'abandonnant pas, après coup, à ces imaginations, causes de douleurs factices, résistent mieux aux vivisections et en sentent moins le choc. Mais les animaux ont des nerfs, et un nerf qui vient d'être touché propage partout dans l'organisme l'impression qu'il a reçue. L'organe digestif n'échappe pas à cet ébranlement, et l'expérience des siècles atteste qu'il le ressent peut-être plus vivement que les autres parties du corps.

Toutefois le temps est un grand guérisseur. Peu à peu il abolit le contre-coup funeste des blessures, pourvu toutefois que les plaies se ferment et que les animaux guérissent.

Mais généralement il n'en va pas ainsi dans les laboratoires de physiologie. On taille, on examine et, l'examen fait, on s'inquiète peu de ce qu'il advient de l'animal. Qu'il vive ou qu'il meure, nul ne s'en soucie.

D'ailleurs, ce serait peine perdue que de chercher à conserver les sujets opérés. Les laboratoires sont des foyers de microbes et les plaies sont à peine ouvertes que

des légions de coccus et de bactéries s'y précipitent avec l'air ambiant.

Un nouveau principe doit présider aux expériences. C'est de renoncer à être simple physiologiste pour devenir chirurgien, c'est de s'entourer de toutes les précautions prescrites par l'art chirurgical pour sauver le patient, c'est de pratiquer l'opération dans les conditions d'asepsie et d'antisepsie requises pour faire vivre l'animal, non des jours et des semaines, mais des mois et des années, et se mettre ainsi en mesure de faire ses observations sur des sujets rendus complètement à la santé et vivant d'une vie normale.

Telle est l'idée fondamentale qui a guidé Pawlow. Ce n'est plus dans les laboratoires étroits, encombrés d'instruments, accessibles au premier venu que se font les vivisections, c'est dans un grand établissement chirurgical, soigneusement aménagé et fermé à tous les germes infectieux.

Bien plus, comme dans une ville forte, il existe une suite d'enceintes se défendant l'une l'autre et de moins en moins abordables à l'ennemi. En effet, l'institut de Pawlow est constitué par une suite de places dont la dernière n'est accessible que si on a traversé toutes les autres. Déjà dans les premières on a accumulé toutes les précautions pour se mettre à l'abri des impuretés du monde extérieur ; que sera-ce de la dernière où se font les opérations les plus délicates ?

Pawlow a un test précieux pour contrôler l'immunité de ses salles. Il est une opération que son inventeur lui-même, le Dr Eek, n'avait réussie que peu de fois. C'est de faire aboucher dans la veine cave inférieure la veine porte en conservant l'animal en vie. Or, même après deux ans d'usage, la dernière salle a conservé toute sa pureté, car la fistule d'Eek s'y pratique sans le moindre insuccès.

Le résultat de cette application de la chirurgie à la physiologie a été brillant. L'établissement de Pawlow est

peuplé de chiens très bien portants, mais dont les organes digestifs sont pour ainsi dire devenus extérieurs. Car des fistules, en communication avec le dehors, permettent à chaque instant d'introduire dans l'appareil digestif les substances dont on veut connaître l'action et de recueillir les sucs dont on peut ainsi déterminer la quantité et la qualité.

Tous ces animaux, si pleins de vie et dont l'appétit se révèle par l'ardeur avec laquelle ils contemplent les garçons porteurs des aliments, présentent cependant tous une singularité.

A tel chien, on a sectionné l'œsophage dans la région du cou ; la nourriture reçue par la bouche ne pénètre plus dans l'estomac mais s'écoule au dehors par un des bouts de l'œsophage, tandis que par l'autre bout œsophagien on peut faire pénétrer les aliments dans la cavité gastrique, même à l'insu de l'animal.

Tel autre est doué d'un double estomac, un grand qui reçoit les aliments et un petit, toujours vide mais sécrétant du suc gastrique en même temps que le grand. Sans entrer dans certains détails techniques, nécessaires cependant pour la bonne réussite de l'expérience, voici comment on peut se représenter le dédoublement de l'estomac. On sait que la porte d'entrée et la porte de sortie de l'estomac, le cardia et le pylore, ne sont pas à deux bouts diamétralement opposés. Elles sont situées toutes deux à la face supérieure. Si l'on va de l'une à l'autre par le bord supérieur, le chemin est assez court, c'est la petite courbure ; le chemin est au contraire beaucoup plus long par le bord inférieur, c'est la grande courbure. Supposez maintenant que l'on couse les faces opposées de l'estomac par une suture parallèle à la grande courbure et assez voisine de celle-ci ; l'estomac sera décomposé en deux poches, l'une supérieure assez grande et portant le cardia et le pylore, l'autre inférieure aveugle et sans issue. Ces deux poches donnent une idée assez nette des deux estomacs résultant

de l'opération de Pawlow. Une fistule pratiquée ensuite met le petit estomac en relation avec le dehors.

Pawlow ne donne, il est vrai, aucune expérience ayant pour but explicite de montrer la concordance de sécrétion des deux estomacs, mais il estime que l'ensemble de l'expérimentation entraîne fatalement la conviction de l'observateur. Cette concordance a pour raison d'être le lien nerveux qui continue à unir les deux poches. Aussi tout mode de dédoublement de l'estomac où le lien nerveux n'est pas respecté tarit dans le petit estomac la sécrétion du suc digestif.

Le petit estomac ne contenant jamais d'aliments offre une grande facilité pour l'examen du suc gastrique ; celui-ci est toujours recueilli pur et sans mélange de substances étrangères.

On sait que toute digestion est une fermentation, non pas une fermentation tumultueuse, comme celle du moût de bière sous l'action de la levure, mais une fermentation tranquille où le ferment jouit cependant aussi de cette propriété non encore expliquée d'avoir une action tout à fait hors de proportion avec la quantité employée.

Le nom du ferment contenu dans le suc gastrique est universellement connu : c'est la pepsine. La plus légère quantité de pepsine parviendra avec le temps à modifier complètement une masse considérable de viande ; elle la fait fondre dans l'eau en la transformant en peptone. Il en va de même de la trypsine contenue dans le suc pancréatique. La ptyaline de la salive et un second ferment du suc pancréatique — car le suc pancréatique en contient trois au moins — exercent une action analogue sur les féculents.

Une fois le ferment obtenu, son action ne dépend plus de l'être vivant ; il opère fatalement comme une substance chimique. Aussi l'opération vitale proprement dite n'est

pas l'action du ferment, c'est sa production et sa sécrétion par les cellules des glandes.

L'école de Pawlow — nous disons l'école, car Pawlow a soin lui-même de ne pas revendiquer pour lui seul les résultats acquis — a mis en relief trois points différents : premièrement la nature des excitations physiques ou chimiques auxquelles obéissent les glandes digestives ; secondement l'harmonie qui règne entre les fonctions des glandes successives ; troisièmement l'influence de l'excitation psychique.

Comme on le sait, trois espèces de glandes président à l'élaboration des aliments ; elles se présentent dans l'ordre suivant : les glandes salivaires contenues dans la bouche, les glandes gastriques dont est munie la muqueuse de l'estomac, et la glande pancréatique. Celle-ci est en dehors du tube digestif, mais elle émet un canal qui débouche dans le duodénum, portion de l'intestin qui suit immédiatement l'estomac.

Voyons donc quels sont les excitants physico-chimiques de ces différentes glandes. Pawlow comprend toutes ces excitations sous le nom de *mécaniques*, pour les distinguer des excitations psychiques.

Les glandes salivaires sont surtout excitées par la sécheresse des aliments. Rappelons-nous que nous avons à notre disposition un chien œsophagotomisé. Rien de ce qui entre dans sa bouche ne pénètre dans son estomac ; tout s'écoule par le bout buccal de l'œsophage. Si l'on donne à ce chien de la viande fraîche, la salive qu'on recueille est presque nulle. Mais faites sécher la viande et réduisez-la en poudre, aussitôt la salive s'écoule abondante et à gouttes pressées.

Ce qui prouve bien que la sécheresse peut agir seule, indépendamment de toute saveur, c'est que le sable lui-même est efficace. Toutefois la nature de la substance modifie le phénomène : avec du sable, c'est de la salive claire et liquide ; avec du pain sec, c'est une salive épaisse.

Si la sécheresse a de l'influence sur les glandes salivaires, elle ne montre pas le même pouvoir sur les glandes gastriques.

Les glandes gastriques contiennent un ferment, la pepsine, qui agit sur les albuminoïdes, telles que la viande. On pourrait donc s'attendre à ce que la viande provoquât par elle-même la sécrétion gastrique. Ce serait une illusion.

Nous allons maintenant nous servir du second bout de notre œsophage, celui qui conduit à l'estomac. Je fais pénétrer de la viande dans la grande poche stomacale. Je surveille en même temps la fistule qui communique avec le petit estomac, fidèle miroir du grand selon l'expression de Pawlow. A peine peut-on recueillir quelques gouttes de suc gastrique.

Le rôle d'excitant stomacal, si mal rempli par la viande, est dévolu à une substance qui, par une anomalie singulière, n'est pas une substance nutritive. C'est l'eau. L'eau introduite dans la cavité stomacale détermine une grande production de pepsine.

Conclusion pratique : buvons de l'eau avant les repas. Et que fait-on autre chose en préludant au dîner par le potage ? Les usages sont le fruit de l'expérience des siècles, mais cette expérience a été faite inconsciemment, elle ne s'est pas appuyée sur des observations précises, et il a fallu attendre un Pawlow pour démontrer scientifiquement que le vulgaire avait raison.

Mais il y a mieux que l'eau, il y a mieux que le simple potage, il y a le bouillon. La viande n'est pas soluble dans l'eau, mais elle contient des substances qui se dissolvent dans ce liquide. Ces substances, qui ne sont pas nutritives, passent dans le bouillon avec la graisse et ce sont elles qu'on connaît sous le nom d'extrait de viande. D'après les expériences du savant russe, elles constituent de puissants excitants pour l'estomac et, par la grande

quantité de pepsine qu'elles extraient des glandes, préparent admirablement la digestion de la viande.

On ne parvient pas à exciter directement le pancréas comme les autres glandes. Nous avons vu en effet que la glande pancréatique est extérieure au tube digestif et n'est reliée avec lui que par un fin canal, qui ne se prête pas à l'introduction des aliments.

Aussi la nature a doué le pancréas de la faculté d'être excité à distance. Il suffit de déposer l'excitant dans cette portion de l'intestin, que nous avons nommée le duodénum, pour déterminer la réaction du pancréas. Comme l'excitation se produit à distance, il importe fort peu que le canal du pancréas reste en communication avec le duodénum. Nous pouvons le faire déboucher à l'extérieur en découpant autour de l'ouverture du canal comme centre une rondelle du duodénum destinée à être greffée au dehors sur la peau. On rétablit ensuite l'intégrité du duodénum par une suture convenable.

L'excitant mécanique du pancréas est l'acide chlorhydrique, comme le prouve le flux déversé par la fistule pancréatique à la suite de l'introduction de l'acide soit dans l'estomac par son bout œsophagien, soit directement dans le duodénum, car les chiens se prêtent aussi bien aux fistules duodénales qu'aux fistules stomacales.

Un autre excitant est la graisse. Autant la graisse retarde la digestion gastrique, autant elle active la digestion pancréatique. Et il est bien qu'il en soit ainsi, car le suc pancréatique est le seul qui attaque les graisses ; s'il ne se déversait pas sur elles, au moment de leur introduction dans le duodénum, elles risqueraient fort d'être perdues pour l'organisme.

Le bouillon contient trop peu de graisse pour créer un grand obstacle à la digestion de la viande, et son influence retardatrice est abondamment compensée par la puissance de ses extraits solubles. Mais, dès qu'il pénètre dans le duodénum, la graisse devient au contraire un adjuvant

de la digestion par son action sur le pancréas. On voit donc que ce n'est pas sans raison que médecins et infirmiers recourent au bouillon pour stimuler les appétits languissants.

Il y a toutefois quelque chose d'assez singulier dans les expériences de Pawlow. Le suc pancréatique contenant trois espèces de ferments est capable d'attaquer les trois espèces d'aliments, les albuminoïdes, les hydrocarbonés et les graisses, et c'est le seul qui jouisse de cette propriété. Ce doit donc être un facteur très important de la digestion. Or Pawlow conserve très longtemps des chiens à fistule pancréatique ; cette longue survivance est même la principale garantie de la légitimité de ses conclusions. Pendant tout ce grand laps de temps, le suc pancréatique s'écoule tout entier au dehors, et cependant l'animal vit et digère. Quel est le mécanisme qui compense cette perte énorme d'un suc digestif si efficace ? Pawlow ne s'explique pas assez sur ce point qui demanderait, à notre avis, quelque éclaircissement.

Il existe encore deux liquides qui agissent sur les aliments : la bile et le suc intestinal. L'action de la bile reste mystérieuse même après les travaux de l'école russe, mais le suc intestinal a un regain de faveur. C'est le complément obligé du suc pancréatique dans la digestion de la viande. La trypsine resterait inerte vis-à-vis de la viande sans le suc intestinal. Il y a dans le liquide sécrété par l'intestin un ferment spécial qui n'agit pas par lui-même sur les aliments, mais qui fait passer la trypsine de la puissance à l'acte. Pawlow lui a donné le nom d'*entérokinase*, appellation dont il laisse l'interprétation à ceux de ses lecteurs qui se piquent d'hellénophilisme. Je suppose que ce mot rappelle d'une part l'origine intestinale du ferment, et de l'autre sa faculté de mettre en branle la trypsine.

Cette action de l'entérokinase sur la trypsine nous amène naturellement à considérer les rapports harmo-

niques des différentes glandes et des différents liquides digestifs.

L'intestin aide ici le pancréas, mais le pancréas est déjà aidé par l'estomac qui lui fournit son principal excitant, l'acide chlorhydrique.

L'estomac à son tour ne travaille jamais mieux que sous l'action de l'eau ; or c'est précisément le but des glandes salivaires de corriger la sécheresse des aliments par un grand apport d'eau qui s'écoule avec eux dans la cavité gastrique.

Il y a aussi harmonie entre les glandes digestives et les produits de leur activité. Ainsi les peptones, auxquelles la pepsine donne naissance en transformant les albuminoïdes, excitent l'estomac où cette transformation a lieu ; la trypsine du suc pancréatique détermine une nouvelle sécrétion de trypsine. L'opération, une fois amorcée, se continue donc à peu près indéfiniment et ainsi est justifié le proverbe : « l'appétit vient en mangeant ».

Ce proverbe trouve, pour le pancréas, une application où éclate la finalité des opérations digestives. C'est que chacune des trois espèces d'aliments provoque, par une sorte d'élection, une production prépondérante du ferment qui lui convient : trypsine pour les albuminoïdes, ferment saccharifiant pour les hydrocarbonés, ferment émulsif pour les graisses.

Nous retrouvons donc ici cette finalité qui différencie si nettement les êtres vivants d'avec les corps du règne inorganique.

Quelque opinion qu'on puisse se faire sur l'origine de la finalité, la finalité est une loi de l'être vivant. Dans l'immense variété des phénomènes vitaux, il est difficile de retrouver des lois générales semblables à celles qui dominent les phénomènes physiques et chimiques, j'entends de ces lois qui ne servent pas seulement à coordonner les faits passés mais qui peuvent être utilisées pour la prédiction de l'avenir. Il en est une cependant qui a ce caractère

et c'est la loi de la finalité. Dès qu'on trouve un organe, dès que cet organe a une forme et une disposition quelconque, on est assuré que cet organe, cette forme, cette disposition n'est pas une pure superfétation, un simple accident, un simple jeu de la nature, comme peut l'être un accident de terrain, le cours sinueux d'un fleuve, mais que tout est disposé en vue d'une fonction déterminée. Non seulement tout a sa raison d'être dans le passé, comme tous les arrangements physiques et chimiques des molécules matérielles, mais tout a un but dans l'avenir.

Pawlow ne s'est pas contenté d'examiner ce qu'il y a de matériel, de mécanique dans la fonction digestive. Il y a quelque chose de plus frappant encore dans ses recherches, et c'est là ce qui en constitue la véritable originalité.

Les glandes digestives, en dehors des excitants mécaniques en ont un autre, signalé il est vrai par différents auteurs, mais jamais étudié comme il l'a été par l'école russe. On s'était contenté auparavant d'en avoir une conception vague et mal définie ; ici il a été soumis à une analyse exacte et ses effets ont été contrôlés par la balance.

Cet excitant est de nature psychique, et, chose merveilleuse, il est capable d'opérer avec un repas fictif et même sans repas du tout. C'est l'appétit.

Tous savaient déjà que l'odeur seule d'un mets succulent faisait venir l'eau à la bouche. Les glandes salivaires sont donc excitées par le seul appétit.

Grâce aux chiens œsophagotomisés, Pawlow peut estimer à sa juste valeur le degré d'excitation dû à l'appétit.

Voilà un chien qui n'a rien mangé depuis quelques heures. Vous lui présentez un morceau de pain, un morceau de viande. Aussitôt par le bout buccal de l'œsophage s'écoule de la salive et plus l'excitant est fort, plus la salive est abondante.

Mais il y a mieux. La qualité de la salive dépend de la

nature de l'objet, comme si celui-ci était réellement absorbé, salive claire avec du sable, salive épaisse avec du pain sec.

Passons à l'estomac. Bidder et Schmidt avaient annoncé en 1852 que l'estomac pouvait, lui aussi, être excité par la seule présentation des aliments. Mais cette opinion n'avait pas fait fortune : elle était seulement citée pour mémoire par les physiologistes, et si les médecins continuent à estimer que l'appétit peut favoriser la digestion stomacale, ce n'est point en vertu du mémoire fort oublié des deux savants allemands, mais par l'influence de ces préjugés vulgaires qui dominent les médecins comme les autres hommes.

A un chien œsophagotomisé et muni d'un petit estomac, on présente un morceau de viande. Il s'en empare avec plaisir, le déchire à belles dents, le mâche, opère la déglutition, mais les morceaux au lieu de tomber dans l'estomac glissent l'un après l'autre au dehors.

Et cependant que voit-on ? La fistule gastrique fonctionne avec ce repas fictif comme avec un repas réel et l'on recueille du suc gastrique en grande quantité.

Ces repas fictifs ne donnant pas d'indigestion, un chien a pu pendant plusieurs heures s'adonner à cet exercice de mâcher et de remâcher de la viande. Sept cent cinquante grammes de suc gastrique ont été le résultat de cette opération illusoire.

Il y a évidemment ici une intervention nerveuse. Le nerf qui est en jeu est la dixième paire des nerfs crâniens ; on l'appelle *vague* et *pneumogastrique* à cause de sa grande aire d'irradiation qui comprend le cœur, les poumons et une partie du tube digestif.

Tant que ce nerf est intact, les repas fictifs stimulent l'estomac ; il en va tout autrement si on le sectionne. Il n'y a plus alors de sécrétion de suc gastrique.

Mais ce n'est pas une mince opération de sectionner les nerfs vagues et de respecter la vie de l'animal. Aussi

dans les laboratoires ordinaires on ne voit guère de chiens vagotomisés, et surtout de chiens vagotomisés ayant vécu assez longtemps pour recouvrer leur état normal. Sans leurs expériences préliminaires sur les excitants mécaniques des glandes stomacales, les savants de l'école russe n'auraient jamais pu mener à bout cette expérience délicate, surtout que le chien n'était pas seulement atteint du côté du vague, mais aussi du côté de l'œsophage qui était également sectionné.

Dans l'expérience du repas fictif, telle que nous l'avons décrite, il y avait une excitation mécanique, non de l'estomac il est vrai, mais de la paroi buccale, puisque le chien mâchait les aliments. Ce n'est pas là une excitation psychique proprement dite ; c'est un réflexe ordinaire.

Mais l'estomac peut être excité par voie purement psychique comme les glandes salivaires. Présentez à un chien un morceau de viande ou une saucisse. Il regarde, puis s'élance pour happer ce qu'il aurait tant de plaisir à manger. Mais c'est en vain : le chien est bien retenu, tous ses efforts sont inutiles. Pour l'exciter encore davantage, on a soin de découper devant lui l'objet désiré ; il en sent les effluves et ses efforts redoublent. Pendant ce temps, les glandes gastriques travaillent, le suc digestif coule et pour que la digestion ait lieu, il ne manque que les aliments.

L'influence du suc psychique — c'est-à-dire de celui qui est dû à l'intervention psychique — peut être démontrée par une autre expérience fort ingénieuse. Avant une de ces leçons, Pawlow avait préparé deux chiens œsophagotomisés. A tous deux il avait injecté cent grammes de viande dans l'estomac par le bout correspondant de l'œsophage. Il s'était arrangé de manière à exclure l'excitation psychique, ce qui n'est pas aisé, car il fallait introduire la nourriture sans que l'animal s'en aperçût. On tâchait de distraire son attention par des jeux et des caresses.

Les morceaux de viande pouvaient être retirés quand on le désirait, grâce à une ficelle qui les retenait.

Tout étant ainsi disposé, on excitait psychiquement l'un des chiens par la vue d'un mets qui lui plaisait ; le second chien était laissé à lui-même.

Au bout d'une demi-heure, on retirait les morceaux de viande. Chez le premier chien, les cent grammes étaient réduits à trente, c'est-à-dire que soixante-dix grammes de viande avaient été attaqués et dissous par le suc gastrique. Le second chien au contraire avait à peine commencé sa digestion : sept grammes seulement avaient disparu.

Cette expérience démontre combien il faut de prudence dans l'interprétation des phénomènes digestifs. Un expérimentateur non prévenu introduirait cent grammes de viande dans l'estomac d'un chien ; après une demi-heure, il constaterait la digestion des sept dixièmes de la viande. Il attribuerait naturellement cet effet au contact de la viande avec la muqueuse gastrique. Et cependant ce serait une profonde erreur, puisque nous voyons que le second chien n'a pas même digéré le dixième de la viande introduite.

L'observateur serait loin de supposer qu'en montrant la viande à l'animal il a faussé ses conclusions en faisant intervenir un nouveau facteur, très puissant celui-là, c'est-à-dire l'excitation psychique, responsable, à peu près exclusivement, du résultat obtenu. C'est comme si on voulait expliquer l'ascension du mercure dans le baromètre sans tenir compte de la pression atmosphérique. Que de désaccords entre les savants sont dus probablement au peu d'attention accordée à l'influence psychique !

Le pancréas est aussi excitable par voie psychique, comme le démontrent des expériences similaires instituées sur cette glande digestive.

Au cours de cette étude nous avons conseillé aux malades le bouillon ; mais, comme on le voit, il est plus

important encore pour le médecin de songer à raviver l'appétit. Et l'on conçoit qu'après des observations aussi décisives, Pawlow s'élève contre l'idée de traiter l'animal et l'homme comme s'ils étaient, même au point de vue de la digestion, de purs sacs glandulaires susceptibles uniquement d'excitations mécaniques. Il faut, pour la nutrition même, s'adresser aux facultés d'un ordre plus élevé, aux facultés psychiques, sources de nos jouissances et de nos émotions.

Il faut même, chez l'homme, y associer l'intelligence et la volonté. Par l'intelligence, il se convaincra de la nécessité d'éloigner toute préoccupation trop absorbante, toute idée triste au moment où va commencer le travail nutritif, et cette conviction entraînera la détermination de la volonté à régler convenablement la direction des représentations idéales et imaginatives.

Toutefois le meilleur moyen de gâter son estomac serait d'y penser trop. L'expérience apprend qu'à force de chercher le plaisir on ne le trouve plus, et on perd l'appétit à force de vouloir le satisfaire. Si même la tempérance n'avait pas un but plus élevé, elle serait encore le meilleur condiment des repas.

G. Hahn, S. J.

NÉCROLOGIE

Charles-L.-J.-X. de la Vallée Poussin

La Société scientifique de Bruxelles, si cruellement éprouvée déjà pendant l'année 1902-1903 par la mort du Dr Lefebvre, par celle du Dr A. Dumont, de Thomas Bouquillon et, hélas ! de tant d'autres de ses membres, vient de faire une nouvelle perte bien cruelle en la personne de Charles-Louis-Joseph-Xavier de la Vallée Poussin, l'un de ses adhérents de la première heure, l'un de ceux qui, dans les premières et si difficiles années de la Société, lui prodiguèrent les trésors de leur dévouement et de leur science.

Notre éminent confrère est mort à Bruxelles, le 15 mars dernier, à l'âge de soixante-quinze ans, après une longue et pénible maladie dont il supporta les souffrances avec une patience vraiment édifiante pour ceux qui l'entouraient de leurs soins. Suivant le désir exprimé par la famille, ses funérailles ont eu un caractère strictement privé et aucun discours n'a été prononcé. L'inhumation a eu lieu, le 18 mars, dans le caveau de la famille à Saint-Servais lez Namur. Mais le 20 mars, un service funèbre solennel a été célébré à Louvain, en l'église paroissiale de Saint-Quentin, en présence du corps professoral de l'Université et de délégués de l'Académie royale, de la Société scientifique de Bruxelles et d'autres sociétés savantes.

Une plume compétente rendra compte plus tard, dans la Revue des Questions scientifiques, des travaux de notre savant confrère; mais en attendant, qu'il nous soit permis de tracer ici une rapide esquisse de sa vie.

Charles de la Vallée Poussin naquit à Namur, le 6 avril 1827 : son père était français, sa mère belge. Après de bonnes études moyennes au Collège N.-D. de la Paix, sans fréquenter aucune université, il sut acquérir de vastes et solides connaissances dans les domaines les plus variés; c'était un autodidacte. Il collabora

bien jeune à divers recueils savants, la BELGIQUE, la REVUE CATHOLIQUE DE LOUVAIN, la REVUE BELGE ET ÉTRANGÈRE, etc.

En 1863, il fut nommé professeur de minéralogie et de géologie à l'Université de Louvain, sur la recommandation expresse de l'illustre d'Omalius d'Halloy : en 1874, il fut lauréat (en collaboration avec M. A. Renard) de l'Académie royale de Belgique pour son *Mémoire sur les caractères minéralogiques et stratigraphiques des roches dites plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française ;* en 1885, il fut élu associé de l'Académie.

" Après son mémoire couronné de 1874, nous écrit un géologue, il a continué à s'occuper des roches feldspathiques, éruptives ou non ; en même temps, il a étudié la composition du calcaire carbonifère belge et c'est à lui surtout que l'on doit ce que l'on sait de plus certain sur cette question controversée. „

Il a publié ses recherches dans le BULLETIN de l'Académie royale, dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, dans nos ANNALES, dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES et dans divers autres recueils.

M. de la Vallée Poussin était vice-président de la Commission géologique du royaume, membre de l'Académie pontificale des Nuovi Lincei, membre de la Société géologique de Belgique, et, comme nous l'avons dit plus haut, l'un des fondateurs de la Société scientifique de Bruxelles. Il était chevalier de l'ordre de Léopold.

Chez M. de la Vallée Poussin, le savant était doublé d'un lettré : il savait exposer avec une grande clarté et en très bon style les questions les plus ardues de philosophie scientifique. Ceux qui ont eu la bonne fortune d'entendre ses conférences : *Paléontologie et Darwinisme, De la Certitude en géologie, Les Excavations naturelles du Colorado,* n'ont pas oublié la netteté lumineuse de son exposition et le charme de sa diction. Il excellait aussi, dans ses rapports et ses comptes rendus d'ouvrages ou de mémoires, à en dégager les idées maîtresses et à les mettre en plein relief.

Chrétien convaincu, il s'intéressait tout naturellement, en dehors de sa spécialité, à une foule de questions, sociales, philosophiques et religieuses.

Il est à peine nécessaire de parler de l'homme à ceux qui l'ont connu personnellement, de son urbanité, de l'aménité de son caractère, de la sûreté de ses relations, de la dignité de sa vie. Il n'avait que des amis.

La fin de sa carrière fut attristée par une grande douleur : la

digne compagne de sa vie lui fut enlevée avec une soudaineté inattendue qui fut pour lui un coup bien rude. Il se résigna à cette grande épreuve en chrétien vaillant qu'il était, mais la Providence lui réserva quelques consolations : avant de mourir, il eut la joie de voir ses trois fils, dans des carrières diverses, faire honneur à son nom et l'un d'eux, en particulier, devenir son collègue à l'Université et son confrère à l'Académie.

La Société scientifique de Bruxelles, comme l'Université catholique de Louvain et l'Académie royale de Belgique, conservera longtemps, avec reconnaissance, le souvenir de l'homme excellent et du savant distingué que fut M. Charles-L.-J.-X. de la Vallée Poussin.

P. M.

VARIÉTÉS

I

LA NOUVELLE ÉDITION DES PIÈCES DU PROCÈS DE GALILÉE PAR A. FAVARO (1)

Il est difficile de faire connaître en quelques pages la nouvelle édition du dossier du procès de Galilée publiée par M. Favaro, tant elle contient de pièces intéressantes et nouvelles. Aussi n'entreprendrons-nous pas une énumération complète des documents

(1) *Il processo di Galileo.* — Estratto dal Vol. XIX della Edizione Nazionale delle *Opere di Galileo Galilei.* Edizione di trenta esemplari. Firenze, 1902. — Tipografia di G. Barbèra. In-4°, 159 pages.

Voici au long les titres des ouvrages que nous aurons à citer le plus fréquemment :

Antonio Favaro. I documenti del Processo di Galileo. Atti del Reale Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti. Anno accademico, 1901-1902. — Tomo LXI. Parte 2, pp. 755-806.

Napoleone e il processo di Galileo, per Antonio Favaro. Revue Napoléonienne paraissant tous les deux mois, dirigée par Albert Lumbroso. — 1e année, avril-mai, 1902, IIe vol. Frascati (province de Rome) aux bureaux de la Revue Napoléonienne, pp. 2-14.

Regestum Clementis Papae V ex Vaticanis archetypis Sanctissimi Domini Nostri Leonis XIII Pontificis Maximi iussu et munificentia nunc primum editum cura et studio Monachorum Ordinis S. Benedicti. Anno MDCCCLXXXIV. Romae, ex typographia Vaticana, MDCCCLXXXV. — Dans les *Prolegomena* du tome I de ce grand ouvrage les éditeurs ont publié : *Memorie storiche dell' occupazione e restituzione degli Archivii della S. Sede e del riacquisto de' Codici e Museo Numismatico del Vaticano e de' manoscritti, e parte del Museo di Storia Naturale di Bologna ; raccolte da Marino Marini,* pp. ccxxviii-cclxxi. — *Appendice alle precedenti Memorie scritte dallo stesso Marino Marini,* pp. cclxxi-cccxxv.

Miscellanea Galileiana inedita. — Studi e ricerche del M. E. Antonio

réunis par l'auteur ; nous en ferons plutôt l'histoire, en nous réservant d'en faire l'analyse dans un article ultérieur, cela suffira pour mettre en lumière l'importance du volume de M. Favaro.

Le lecteur le sait, l'*Édition nationale des Œuvres de Galilée* doit comprendre 19 volumes, dont à l'heure actuelle le 12e a paru. Les 9 premiers contiennent les *Œuvres* proprement dites de Galilée, les 9 suivants seront consacrés à sa *Correspondance*, le 19e comprendra tous les documents qui, sans faire partie ni des *Œuvres* ni de la *Correspondance*, ont trait cependant au grand homme. Ce 19e volume, déjà sous presse par fragments, renfermera notamment le procès et la condamnation de Galilée.

La partie de la *Correspondance* éditée s'étend jusqu'en 1619, trois ans après la première condamnation (5 mars 1616). Dans cette *Correspondance* on renvoie fréquemment aux pièces justificatives du tome XIX. M. Favaro a donc cru faire chose utile en donnant un tirage anticipé des pièces du procès ; mais, soucieux de ne pas nuire au succès du dernier volume de l'*Édition nationale*, il a limité ce tirage à un très petit nombre d'exemplaires : en tout, trente exemplaires numérotés seulement.

En outre, à l'occasion de cette réédition des pièces du procès, M. Favaro a publié deux intéressants mémoires racontant l'histoire de ces pièces, mémoires qu'il a donnés l'un à la Revue Napoléonienne, l'autre à l'Institut royal des sciences, lettres et arts de Venise. Nous y avons puisé à pleines mains et la plupart des renseignements utilisés dans ce compte rendu leur sont empruntés.

I

Les pièces du procès de Galilée se conservèrent à Rome, aux archives du Saint-Office jusqu'au commencement du XIXe siècle ; mais, c'est chose fort connue, la tradition constante du Saint-Office fut d'en refuser toute communication. Longtemps donc les

Favaro. — Memorie del reale Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti. Volume ventesimo secondo, Venezia, Presso la secreteria del R. Istituto nel palazo ducale, 1882, pp. 701-1035. Voir surtout le chap. VII. Documenti per la storia del processo originale di Galileo. pp. 872-922. Malgré le millésime 1882, la préface de M. Favaro est cependant datée de Padoue, janvier 1886.

Plusieurs de nos indications bibliographiques sont empruntées à M. Favaro ; nous avons cru superflu de les signaler, l'exactitude habituelle de l'auteur nous engageant à les accepter en toute confiance.

historiens qui écrivirent sur la condamnation du système de Copernic furent dans l'impossibilité de recourir aux sources originales : aussi n'est-ce point là une des moindres causes pour lesquelles l'histoire du procès de Galilée et de sa condamnation est restée si obscure et si embrouillée.

Cette situation commença à se modifier vers 1811.

Quelque temps après l'occupation de Rome par les troupes de Napoléon, celui-ci ordonna le transfert des archives du Saint-Office à Paris. A l'occasion de ce transport les pièces du procès de Galilée furent soigneusement recherchées, puis confiées au célèbre bibliophile Barbier, bibliothécaire de l'empereur. M. Favaro a retrouvé l'acte authentique par lequel le comte Bigot de Préameneu, ministre des cultes, en fit la remise à Barbier. Voici cette pièce curieuse (1) :

" Le Ministre des Cultes ayant eu de S. M. l'ordre de remettre au Sr Barbier son Bibliothécaire, des pièces contenues dans un paquet cacheté envoyé de Rome par le Gouverneur général et relatif au procès de Galilée, pour en faire l'extrait le plus exact, le Sr Barbier s'est transporté au Ministère des Cultes, et en sa présence le paquet fermé de 6 cachets du Gouverneur général a été ouvert. Il s'y est trouvé sous le titre de Volume 1181 un recueil de pièces relatives à ce procès. Ce Volume numéroté au folio recto de chaque page en commençant par le nombre 337 jusqu'au nombre 556, et à la suite de ce dernier no, s'étant trouvé 5 feuillets de plus, elles ont été numérotées par le Ministre, depuis et y compris 557 jusques et y compris 561 (2). Lequel Volume a été remis au dit Sr Barbier, qui s'en charge pour remplir la mission que S. M. lui a donnée.

" Fait double à Paris sous la signature du Secrétaire Général du Ministère des Cultes et celle du Sr Barbier.

" BARBIER. JANZÉ. "

(1) REVUE NAPOLÉONIENNE, t. II. Docum. No 1, p. 11.

(2) Le dossier des pièces du procès de Galilée a subi de nombreux remaniements et porte jusque trois paginations différentes. M. Favaro décrit minutieusement l'état *actuel* du dossier (ATTI DEL ISTITUTO VENETO, t. LXI, pp. 784-791). Qu'il me suffise de dire d'une manière générale que cet état n'est plus exactement celui dans lequel l'a connu jadis Henri de l'Épinois (*Les pièces du procès de Galilée précédées d'un avant-propos par Henri de l'Épinois*, V. Palmé, Société générale de librairie catholique, Rome, Paris, 1877, pp. I-IV).

Barbier se mit incontinent à l'œuvre, et bientôt après, le 12 mars 1811, il remit à l'empereur le rapport suivant (1) :

" Sire,

„ Rien n'est plus célèbre dans l'histoire des sciences et de l'inquisition que le procès de Galilée. Un des Savants les plus distingués du 17e siècle a été forcé par des théologiens fanatiques de rétracter son opinion sur le mouvement de la terre autour du soleil, opinion qui s'enseigne depuis longtemps dans toutes les écoles même ecclésiastiques, Galilée, aussi pieux qu'éclairé, prouvant que cette opinion n'était pas contraire à l'écriture sainte bien entendue. Mais les théologiens la trouvant contraire à leurs intérêts, poursuivirent la condamnation avec acharnement et, ce qu'il y a de plus étonnant encore, c'est que ces théologiens ayent trouvé des défenseurs jusques vers la fin du dix-huitième siècle, entr'autres le fameux Mallet du Pan.

„ Les victoires de Votre Majesté qui lui ont soumis tant d'hommes et tant de contrées, ont mis aussi en sa possession les pièces qui composent le fameux procès ; elles démontrent la bonne foi et les lumières du savant astronome, en même temps qu'elles dévoilent la perfidie et l'ignorance de ses accusateurs.

„ La publication de ces pièces est digne du règne de Votre Majesté : quelques-unes sont en latin, mais la plupart en italien : il serait convenable de mettre une traduction française en regard de ces différents textes.

„ L'impression des textes originaux et la traduction française formera un volume in-4 de 400 pages environ. Le manuscript *(sic)* étant rempli d'abréviations et contenant beaucoup de passages difficiles, on ne pourra se dispenser de le faire copier. En ajoutant 2000 fr. pour les frais de copie et de traduction, la dépense entière ne s'élèvera qu'à environ 7000 fr. et en tirant le volume à 1000 exemplaires, ont pourront *(sic)* mettre en vente 800 exemplaires, qui vendus au prix de 8 fr., produiront plus de 6000 fr. au moins.

„ J'ai donc l'honneur de proposer à Votre Majesté de faire copier, traduire et imprimer la totalité des pièces qui composent le procès de Galilée. „

Quelle fut la réponse de Napoléon ? Nous ne la possédons pas, mais il est certain qu'il approuva le projet de son bibliothécaire,

(1) Revue Napoléonienne. t. II, pp. 11 et 12.

car la Bibliothèque " Mediceo-Laurenziana „ de Florence (1) possède l'essai de traduction commencée alors par Barbier. Bien plus, le ministre des cultes, comte Bigot de Préameneu, trouvant que Barbier ne travaillait pas assez vite, crut devoir stimuler son zèle en lui envoyant ce billet (2) :

" Paris, le 15 octobre 1812.

„ Voilà, Monsieur, près de deux ans que je vous ai remis, d'après les ordres de Sa Majesté, les pièces originales relatives au Procès des Templiers et à celui de Galilée.

„ Sa Majesté m'a plusieurs fois parlé du travail que vous avez dû faire et me remettre sur ces pièces.

„ Je vous invite à venir vendredi à 4 heures après-midi, avec votre travail, pour que nous en conférions.

„ Recevez, Monsieur, l'assurance de ma considération.

„ Le Ministre des Cultes,
„ Cte Bigot de Préameneu. „

Dès le lendemain, 16 octobre, Barbier envoyait au comte Bigot de Préameneu une lettre d'explication et d'excuses (3), mais les soucis de la guerre vinrent probablement absorber l'attention de Napoléon, car il ne semble plus avoir été question de l'édition des pièces du procès de Galilée, jusqu'à la chute de l'Empire.

En 1814, Pie VII fit redemander à Louis XVIII le célèbre dossier. M. Sandret ayant jadis raconté (4) les négociations qui eurent lieu alors à ce sujet entre les Cours de Paris et de Rome, je ne m'y étends pas. Qu'il me suffise de rappeler que jour et lieu avaient été pris par le comte de Blacas et Mgr Marini pour la remise des pièces, quand Louis XVIII eut l'envie de parcourir au préalable le dossier. La remise ne se fit pas à la date assignée ; survint la débâcle des Cent Jours et la fuite de Louis XVIII à Gand, pendant laquelle le dossier s'égara.

Cependant Pie VII ne pouvait se résigner à renoncer à l'espoir de le retrouver; aussi à la fin de 1815, les pourparlers reprirent-

(1) Atti del Istituto Veneto, t. LXI, p. 765, en Note.
(2) Revue Napoléonienne, t. II, Docum. N° 4, p. 13.
(3) *Ibid.*, Docum. N° 5, p. 14.
(4) Revue des Questions historiques, t. XXII, 1877. *Le Manuscrit original du Procès de Galilée*, par L. Sandret, pp. 551-559.

ils entre les Cours de Rome et de Paris, par les deux lettres suivantes (1). La première est de Marini :

" *A son Excellence M. le Comte de Pradel Ministre par interim de la Maison du Roi.*

" Paris, le 22 octobre 1815.

„ Ayant été chargé par Sa Sainteté de réclamer le Procès de Galilée comme objet appartenant aux Archives pontificales, j'adressais mes réclamations à M. le Comte de Blacas, et il eut la complaisance de me répondre le 15 décembre dernier, qu'il donnait des ordres pour que cet ouvrage fût déposé à son hôtel, et qu'il voulait avoir le plaisir de le remettre lui-même dans mes mains ; il m'engagea ensuite le 26 du même mois de *(sic)* me rendre chez lui, mais toutes mes démarches furent sans effet, puisque je n'eus pas même l'honneur de lui être présenté. Le 2 février il m'écrivit que Sa Majesté désirait parcourir le Procès en question, et qu'il s'empresserait de me le rendre lorsqu'Elle le lui aurait remis.

„ Je suis chargé de nouveau par Sa Sainteté de le réclamer avec empressement ; c'est ainsi que je m'adresse à vous, M. le Comte, afin que vous ayez la complaisance d'accueillir mes réclamations, si toutefois Sa Majesté ne s'occupait plus de la lecture de ce Procès, et qu'il lui fût agréable de le renvoyer à Sa Sainteté.

„ Agréez les sentiments de ma plus respectueuse considération.

„ Votre très humble, et très obéissant Serviteur,
„ M. Marini. „

Réponse de Pradel :

" *A Monsieur Marino Marini Garde des Archives Pontificales.*

" Paris, le 6 novembre 1815.

„ J'ai reçu, Monsieur, la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire pour réclamer le Procès de Galilée comme objet appartenant aux Archives pontificales ; j'ai fait rechercher cet ouvrage avec le plus grand soin et toutes les recherches ont été

(1) *Regestum Clementis V*, t. I, pp. CCLVI et CCLVII.

inutiles ; mais comme M. le Comte de Blacas en a eu connaissance, il serait possible qu'il pût donner les indications nécessaires pour le retrouver; je viens de lui écrire en conséquence.

„ Agréez, Monsieur, les assurances de ma parfaite considération.

„ Votre très humble Serviteur,
„ C. DE PRADEL. „

Le comte de Blacas ne put fournir les renseignements qu'on attendait de lui et le dossier ne se retrouva pas.

Deux ans plus tard, nouvelles instances de Marini (1) :

" *A S. E. Monsieur le Comte de Pradel Ministre par interim de la Maison du Roi.*

" Paris, le 2 août 1817.

" Excellence !

„ Sa Sainteté m'a envoyé à Paris pour réclamer, entre autres choses les papiers du défunt Card. Caprara..... A cette occasion j'ai l'honneur de rappeler à V. E. l'affaire du Procès de Galilée. Elle ne doit, peut-être, pas avoir oublié que dès le 6 novembre 1815, Elle eut la complaisance de m'apprendre qu'Elle venait d'écrire à M. le Comte de Blacas pour en avoir les indications nécessaires. Je ne doute nullement qu'Elle ait été mise à même de retrouver ce Procès, que M. le Comte de Blacas dans sa lettre du 15 décembre 1814 (2), me dit être dans la bibliothèque particulière du Roi, et qu'il voulait la remettre dans mes mains. Je prie V. E. de me le faire remettre aussi, parce que S. S. ne tient pas moins à recouvrer ce monument, que tous les autres qui lui appartiennent. Si toutefois il plaisait à S. M. de garder ce manuscrit parmi les autres de ses bibliothèques. Elle pourrait Elle-même en faire la demande à S. S. et *(sic)* regretté *(sic)* de n'avoir pas encore le manuscrit en question dans mes mains.

„ Je suis avec haute considération

„ Très humble et très obéissant
„ Serviteur,
„ MARINO MARINI. „

(1) *Regestum Clementis V*, t. I, p. CCLXXX.

(2) *Ibid.*, p. CCLV. Cette lettre et plusieurs autres relatives à la négociation de 1814, n'ont pas été publiées par Sandret dans son article :

Quelques jours plus tard, Pradel répond (1) :

" *A M. Marini, Commissaire extraordinaire de S. S. à Paris.*

" Paris, le 11 août 1817.

„ J'ai reçu, Monsieur, la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire sous la date du 2 de ce mois. Il m'eût été fort agréable de satisfaire à la demande qu'elle a pour objet ; mais d'après les recherches les plus exactes, on a reconnu qu'il n'existait au Ministère de la Maison du Roi aucune des pièces que vous réclamez. Il serait possible qu'elles fussent aux Archives du Louvre, et comme cet établissement vient d'être placé dans les attributions de M. le Garde des sceaux, je ne puis que vous inviter de vous adresser à M. le Baron Pasquier, pour l'exécution des ordres dont S. S. vous a chargé. Je regrette, Monsieur, de ne pouvoir contribuer à vous être directement utile dans cette circonstance, et vous prie de recevoir l'assurance de ma considération très distinguée.

„ Le directeur général du Ministère ayant le portefeuille,
„ C. DE PRADEL. „

Marini s'adresse donc à Pasquier. Celui-ci répondit que les pièces n'existaient pas aux Archives du Louvre, mais qu'elles étaient probablement déposées aux Archives générales du Royaume.

Pour le coup Marini perdit patience.

Il insista une dernière fois chez Pasquier, en lui laissant clairement entendre que les réponses qu'on lui faisait, lui paraissaient des faux-fuyants ; qu'elles masquaient une mauvaise volonté bien arrêtée de ne pas faire honneur à la promesse de restitution faite au Saint-Siège, par le Gouvernement du roi (2).

Le Manuscrit original du Procès de Galilée (Voir : REV. DES QUEST. HIST., 1887, t. XXII, pp. 551-559), mais on les trouve dans le *Regestum Clementis V*, t. I, pp. CCLIV-CCLVII.

(1) *Regestum Clementis V*, t. I, p. CCLXXX.

(2) Ces pièces très intéressantes étaient un peu longues pour être reproduites ici. On les trouvera au besoin dans les *Miscellanea Galileiana inedita*.

Marini à Pasquier, 4 sept. 1817. — Chap. VII, doc. N° XXX, p. 909.

Pasquier à Marini, 7 sept. 1817. — Chap. VII, doc. N° XXXI, p. 910.

Marini à Pasquier, 11 sept. 1817. — Chap. VII, doc. N° XXXII, pp. 910 et 911.

Pasquier, visiblement vexé, répondit poliment, mais sur un ton qui coupait court à toute négociation ultérieure (1) :

" *A M. Marini, Commissaire extraordinaire du St-Siège.*

" Paris, le 12 septembre 1817.

„ Je reçois, Monsieur, la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire le 11 de ce mois. Je ne puis qu'y faire la même réponse que celle que j'ai faite à la précédente. Des recherches ont été faites et ordonnées, et n'ont jusqu'à présent produit la découverte d'aucune pièce appartenant à S. S., ce qui n'est pas étonnant, attendu la quantité de papiers qui ont été détruits aux époques du 30 mars 1814 et du 20 mars 1815. Quant au procès de Galilée, la conséquence que vous croyez devoir tirer de ce que vous a mandé M. de Pradel est tout à fait sans fondement, les papiers du Cabinet du Roi n'ayant point été déposés aux Archives du Louvre, qui ne contiennent que ceux de l'ancienne Secrétairerie d'État. En outre, j'ai eu depuis peu connaissance que beaucoup de pièces ont été vendues par les Archives générales à un agent de S. S. et il paraîtrait que cet agent en aurait fait un usage peu convenable en en vendant une grande partie aux marchands de vieux papiers dans Paris ; cela explique très suffisamment comment les pièces les plus précieuses ne se retrouvent pas. Recevez, Monsieur, l'assurance de ma haute considération.

„ Le Garde des Sceaux,
„ Ministre Secrétaire d'État de la Justice.
„ Pasquier. „

Marini était tenace et ne se tint pas pour battu. Il ne crut pas à cette vente du Procès de Galilée à un marchand de vieux papiers, mais éconduit par Pasquier, il s'adressa au duc de Richelieu. Sa lettre est longue et traite de sujets divers ; j'en extrais un passage (2) :

(1) *Regestum Clementis V*, t. I, p. CCXCIV.
(2) *Ibid.*, t. I, p. CCC.

" *A S. E. M. le Duc de Richelieu Ministre Secrétaire d'État du département des affaires étrangères.*

" Paris, 13 septembre 1817.

„ Monseigneur,

„ ..... Avant d'entrer dans le détail des diverses réclamations, il m'est indispensable de faire une observation. C'est qu'on s'est attaché à me faire présentir *(sic)* que les papiers qu'on réclame aient pu être détruits, soit à l'époque du 30 mars 1814, ou du 20 mars 1815, soit par une vente effectuée à Paris par un Agent du S. Siège. Mais les faits que je vais exposer et qui sont incontestables, prouveront, je l'espère, qu'aucun des motifs objectés ne peut comprouver la destruction de ces papiers aux époques indiquées.

„ Et d'abord je dois dire que le manuscrit de Galilée a été réclamé par moi-même auprès de M. le Comte de Blacas, non seulement dans l'année 1814, mais dans l'année 1815. M. de Blacas m'écrivait le 2 février 1815 : " Le Roi a désiré parcourir „ le Procès de Galilée. Il est dans le Cabinet de Sa Majesté, et „ je regrette de ne pouvoir vous le rendre sur-le-champ ; mais „ aussitôt qu'Elle me l'aura rendu je m'empresserai de vous le „ faire savoir. „ Ensuite M. le Comte de Pradel m'écrivit le 6 novembre 1815, qu'on n'avait pu le retrouver, mais qu'il allait écrire à M. de Blacas pour avoir *les indications nécessaires* sur cette demande. M. de Pradel ne m'a parlé en aucune manière, ni en 1815, ni dans sa dernière lettre du 11 du mois passé, que ce Procès ait pu être détruit le 20 mars. D'ailleurs le Procès de Galilée n'était pas une pièce qu'on dût détruire en France à aucune époque quelconque. S'il était permis de faire une conjecture à cet égard-là, on pourrait même croire que M. de Blacas ait eue *(sic)* la précaution de conserver un monument aussi curieux, et aussi important (1), et sans doute pour le remettre de ses propres mains à Sa Sainteté.....

„ Marino Marini. „

(1) Marini était convaincu de la soustraction du manuscrit par de Blacas, et l'Inquisition partageait sa manière de voir. A preuve la démarche faite en 1835 au nom de l'Inquisition par le cardinal Sala pour rentrer en possession du manuscrit, alors que le comte, devenu duc de Blacas, avait suivi Charles X dans son exil en Bohême. Il résulte néanmoins de la réponse du duc de Blacas que Marini était dans l'erreur. Voir : *Miscellanea Galileiana inedita.* — Chap. VII, Doc. No XLIII, p. 922, et Atti del Istituto Veneto, t. LXI, p. 772.

A la méchante insinuation de Pasquier, envers *un agent* du Saint-Siège, Marini répondait en en lançant une autre du même genre à l'adresse du comte de Blacas. Mais sur ces entrefaites la mission de Marini à Paris prit fin et il fut rappelé à Rome.

Les réclamations du Saint-Siège auprès du Gouvernement français semblent avoir été interrompues alors pendant quelques années.

Comment et à quelle époque les pourparlers reprirent-ils ? Comment le fameux dossier fut-il retrouvé ? On n'en sait rien, et il y a peu d'espoir d'arriver à faire la lumière sur ce sujet. Toujours est-il que le Procès de Galilée fut retrouvé puis rendu au Saint-Siège, en 1845, par l'entremise du comte Rossi. M. Favaro s'étant adressé aux Archives des Affaires étrangères de Paris, pour obtenir des éclaircissements sur cette négociation, reçut la communication officielle suivante (1) :

" Il résulte des recherches faites dans la Correspondance entière du Comte Rossi durant le cours de sa mission à Rome, que nos Archives ne possèdent rien, absolument rien, concernant cette affaire. Au premier abord cela peut paraître extraordinaire, mais quand on se rapporte aux habitudes du temps, aux relations personnelles qui existaient entre M. Guizot, Ministre des Affaires étrangères, et le Comte Rossi, il semble vraisemblable que cette négociation a dû être suivie, entre le Ministre et l'Ambassadeur, par des lettres personnelles et particulières, qui n'ont pas dû être versées aux Archives du Département. "

C'est à Biot qu'il faut s'adresser, dit M. Favaro, pour savoir comment et à quelles conditions le Procès de Galilée fut rendu au Saint-Siège. Or voici le récit que Biot en a fait, en 1858, dans le *Journal des Savants* (2) :

" Quand Rossi vint à Rome en 1845, chargé par le gouvernement de Louis-Philippe d'une mission diplomatique, on le lui redemanda encore (il s'agit du manuscrit du procès de Galilée). Il promit ses bons offices pour faire rechercher ce précieux document au dépôt des affaires étrangères de France, et pour en obtenir la remise si l'on parvenait à le découvrir, sous la promesse expresse qu'il serait livré à la publicité, comme cela avait été le projet du gouvernement impérial qui, dans cette intention,

(1) Atti del Istituto Veneto, t. LXI, p. 773.

(2) *La Vérité sur le Procès de Galilée*, premier article, p. 398.

Le passage a été réédité dans *Mélanges scientifiques et littéraires*, par J. B. Biot, tome deuxième, Paris, 1858, p. 458 ; mais d'une manière assez incomplète.

avait commencé à le faire traduire. Cette assurance lui fut aisément donnée (1), car la publication textuelle du procès s'accordait avec les intérêts bien entendus de l'autorité pontificale, étant le plus sûr, sinon l'unique moyen de détruire les soupçons des tortures corporelles, que l'on aurait fait subir à Galilée, comme pouvaient le faire croire certaines expressions de forme contenues dans la sentence portée contre lui, et promulguée par le Saint-Office. Ce point accordé, Rossi apporta en effet le texte du procès à Rome l'année suivante, et le remit au Pape Pie IX qui, dans les malheureux événements de 1848, confia la garde de ce précieux document à Mgr Marino Marini, préfet des Archives secrètes du Saint-Siège. Celui-ci, lorsque l'orage fut passé, le remit aux mains du Pape ; et le 8 juillet 1850, Sa

(1) La promesse faite à Rossi a été remplie, fort incomplètement à la vérité, par Mgr Marini en 1850, dans une dissertation ayant pour titre :

Galileo e l'Inquisizione. Memorie storico-critiche dirette alla Romana Accademia di Archeologia da Monsignor Marino Marini. Roma, coi tipi della S. C. de propaganda fide, 1850.

C'est un plaidoyer en faveur du tribunal de l'Inquisition, plutôt qu'un livre d'histoire. On n'y trouve pas le texte entier du procès, mais seulement un très petit nombre de pièces et quelques extraits des autres.

Cet ouvrage de Marini a été l'objet des critiques les plus acerbes. Ph. Gilbert l'a, à son ordinaire, parfaitement jugé quand il dit :

" Cette dissertation, sans mériter les reproches de perfidie et de mauvaise foi qu'on ne lui a point épargnés, laissait beaucoup à désirer : ce n'est qu'un plaidoyer malhabile et rédigé sans ordre, sans une étude approfondie de la question, en faveur de Galilée. Bien loin de satisfaire au vœu si souvent exprimé, et *agréé par le gouvernement pontifical*, de voir publier *in extenso* les pièces authentiques du procès, le travail de Mgr Marini ne faisait que rendre ce désir plus vif et sa réalisation plus nécessaire. „ (*Le Procès de Galilée d'après les documents contemporains* par Ph. Gilbert. REVUE CATHOLIQUE, nouvelle série, t. I, Louvain, 1869, p. 87).

Si le Procès ne fut pas publié, dès 1850, comme le Gouvernement pontifical l'avait promis, c'est que Marini, auquel il s'en était rapporté pour l'exécution de cette tâche, resta en dessous de sa mission. Faut-il en chercher bien loin la cause ? Nous savons aujourd'hui combien le manuscrit du Procès est par endroits difficile à déchiffrer. Est-il téméraire de supposer que pas plus que Barbier, Marini ne parvint à lire plusieurs des documents que le manuscrit renferme ?

Une deuxième édition partielle du Procès, mais beaucoup plus complète que la précédente, a été donnée, en 1867, par Henri de l'Épinois à la suite de son article : *Galilée, son procès et sa condamnation d'après des documents inédits*, publié dans LA REVUE DES QUESTIONS HISTORIQUES, Deuxième année, tome troisième, 1867, pp. 68-171.

Vient ensuite une édition encore plus étendue, mais toujours incom-

Sainteté en fit don à la Bibliothèque du Vatican. Il a été depuis restitué aux archives secrètes. „

C'est aux Archives secrètes du Vatican que le dossier du procès de Galilée se trouve encore aujourd'hui. M. Favaro a obtenu, dit-il, toutes les facilités souhaitables pour l'étudier à son aise ; il eût été impossible, ajoute-t-il, d'en avoir de plus grandes (1). La compétence de M. Favaro est hors de pair dès qu'il s'agit de Galilée, de ses œuvres et de son histoire ; il y a donc lieu d'espérer qu'il nous donne un texte définitif du manuscrit du *Procès*.

II

Nous venons de dessiner à grands traits l'histoire du manuscrit du *Procès* de la condamnation de Galilée ; l'histoire de la publi-

plète de Berti *Il Processo originale di Galileo Galilei pubblicato per la prima volta da Domenico Berti.* Roma, Cotta e comp. tipografi del Senato, 1876. Elle est très incorrecte.

Le Procès de Galilée eut enfin trois éditions complètes :

Les Pièces du procès de Galilée précédées d'un avant-propos. Ouvrage dédié à S. G. Mgr de la Tour d'Auvergne Archevêque de Bourges, par Henri de l'Épinois, Chevalier de S. Grégoire le Grand. V. Palmé, Société générale de librairie catholique. Rome, Paris, 1877. Édition laissant assez à désirer au point de vue de la correction.

Domenico Berti. Il processo originale di Galileo Galilei. Nuova edizione accresciuta, corretta e preceduta da un' avvertenza. Roma, Voghera Carlo, tip. di S. M. 1878. Satisfaisante.

Die Acten des Galileischen Processes. Nach der Vaticanischen Handschrift herausgegeben von Karl von Gebler. Stuttgart, Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung, 1877. Excellente.

Pour plus de renseignements voir l'analyse critique de ces éditions par M. Favaro, dans Atti del Istituto Veneto, t. LXI, pp. 773-779. D'accord avec ses devanciers, M. Favaro reconnaît que le manuscrit du Procès est par moments des plus malaisés à déchiffrer. " J'ai lu les pièces (du Procès) avec attention, écrivait jadis Barbier (*Examen critique et complément des dictionnaires historiques... par l'Auteur du Dictionnaire des Ouvrages anonymes et pseudonymes,* Paris... 1820, pp. 365 et 366), je les ai fait lire à plusieurs de mes amis, et nous sommes demeurés convaincus qu'il n'y avait rien dans ce fameux procès qui ne fût déjà connu ; c'est ce qui m'a empêché de faire continuer une traduction française dont je possède le commencement. „ M. Favaro dit qu'il faut plutôt voir dans la difficulté de lecture du manuscrit la cause vraie des lenteurs de Barbier et de l'échec de l'édition du Procès projetée par Napoléon.

(1) Atti del Istituto Veneto, t. LXI, p. 784.

cation des manuscrits des *Décrets* de cette condamnation quoique d'un genre différent est, sinon aussi mouvementée, du moins très intéressante. Mais avant de l'aborder il convient de donner un mot d'explication sur ce qu'on entend par manuscrits des *Décrets*.

Je rappelle donc au lecteur qui l'aurait oublié, que le tribunal de l'Inquisition a dans ses greffes deux séries de registres officiels, ceux des *Procès* et ceux des *Décrets*.

Les registres des *Procès* renferment les dossiers de toutes les pièces pouvant éclaircir la cause, c'est-à-dire, les lettres soit autographes soit transcrites sur les minutes originales, les mémoires, les avis donnés, les procès-verbaux d'interrogatoires, les duplicata d'arrêts rendus et les autres documents analogues.

En mettant la main sur les registres des *Procès*, il serait assez naturel de croire que l'on est en possession de tous les documents officiels concernant une affaire. Il n'en est rien, et ceux qui connaissent la procédure du Saint-Office savent qu'il faut consulter en outre les registres des *Décrets*.

Les fonctionnaires du premier Empire s'y trompèrent. Les *Décrets* furent envoyés à Paris en même temps que les *Procès*. Personne n'en soupçonna l'importance, personne ne songea à les ouvrir. La Restauration les renvoya au Saint-Siège, qui les rendit au Saint-Office. Fidèle à sa tradition, celui-ci les replaça dans ses archives à l'abri de tout regard.

Les registres des *Décrets* contiennent les procès-verbaux des séances et les minutes des jugements et des arrêts. La manière de les tenir a quelque peu varié dans le cours des siècles, mais voici à peu près celle qui était suivie à l'époque qui nous occupe.

Le procès-verbal de chaque séance commençait par un préambule. Outre la date, on y indiquait toujours le local où la séance s'était tenue. Au XVIIe siècle, ce local variait avec la solennité et l'importance de la réunion. Les séances du lundi avaient lieu au palais du Saint-Office, celles du mardi et du mercredi à la Minerve ou dans le palais de quelque cardinal ; les séances du jeudi étaient les plus solennelles, le tribunal de l'Inquisition, présidé d'ordinaire ce jour-là par le pape en personne, siégeait au Quirinal ou au Vatican (1).

(1) La première condamnation de Galilée est du 3 mars 1616 ; la séance fut présidée par Paul V et se tint au Palais Apostolique près Saint-Pierre (Vatican). Elle précède de deux jours le célèbre décret de l'*Index* du 5 mars 1616 et ne doit pas être confondue avec lui. La seconde condamnation est du 16 juin 1633 ; la séance, présidée par Urbain VIII, eut lieu au Quirinal.

On joignait à la date et au nom du local où se tenait la séance, la liste nominative de tous les personnages qui y avaient pris part. Les réunions étaient plus ou moins nombreuses, nous venons de le dire, mais l'assesseur et le commissaire du Saint-Office y assistaient toujours. L'assesseur tenait, sur des feuilles volantes, un brouillon des délibérations et des décisions. Il le résumait après la séance, puis le transcrivait ou le faisait transcrire dans les registres des *Décrets* ; en un mot, il dressait le rapport de la séance. Ce rapport était lu au commencement de la séance suivante, approuvé et signé. Plus tard, l'intervention d'un notaire rendit cette dernière formalité inutile. Les brouillons, n'étant pas destinés à être conservés, étaient naturellement détruits.

Toute cette procédure est bien simple, comme on le voit ; c'est, au fond, celle qui est encore suivie de nos jours dans presque toutes les commissions ou assemblées délibératives (1).

Que renfermaient les registres des *Décrets* sur l'affaire de Galilée ?

Plus d'un érudit eût vivement désiré le savoir. Mais quand l'un d'eux, plus curieux ou plus audacieux que d'autres, s'en informait près du tribunal de l'Inquisition, on lui faisait sentir que sa question était indiscrète, en lui répondant poliment que les archives du Saint-Office ne contenaient absolument rien concernant le fameux procès. C'est la réponse qui fut faite à Arthur Wolynski en 1875 et à Charles von Gebler en 1877 ; c'est, nous dit M. Favaro, celle que le cardinal Parocchi lui fit encore à lui-même, pas plus tard qu'en 1900 (2).

Cependant on savait pertinemment le contraire, mais comme il avait fallu jadis l'occupation de Rome par les armées de Napoléon, pour faire connaître l'existence du manuscrit du *Procès* et le rendre accessible (3), il ne fallut de même cette fois rien moins qu'une révolution pour faire connaître l'existence des manuscrits des *Décrets*.

(1) Voir Atti del Istituto Veneto, t. LXI, pp. 759 et 760.

(2) *Ibid.*, t. LXI, p. 780.

La conduite du Saint-Office n'a rien qui doive étonner. Tous les tribunaux agissent de même en pareil cas et n'ouvrent pas leurs archives au premier érudit venu ; ils sont tenus au secret professionnel.

(3) Barbier les communica à Delambre, qui semble ne pas en avoir apprécié tout le prix, mais qui en donna néanmoins quelques extraits dans son *Histoire de l'Astronomie moderne*, t. I. Paris, Courcier, 1821, pp. XXIII-XXVIII.

Voici les faits (1) :

C'était en décembre 1848 et dans les premiers mois de 1849. Vaincues par l'émeute, les autorités ecclésiastiques avaient quitté Rome et Pie IX lui-même, fuyant sa capitale, s'était réfugié à Gaëte. Soucieuse de ne pas laisser détruire les archives du Saint-Office, la Constituante romaine les avait fait transporter à l'église de l'Apollinaire. Elle les y croyait plus en sûreté et mieux à l'abri d'un mouvement populaire qu'au greffe de l'Inquisition. Ce transport se fit dans le plus grand désordre. On se contenta de déposer, en tas et pêle-mêle, registres, cahiers et feuilles volantes.

Profitant de leur situation officielle, Sylvestre Gherardi, ministre de l'instruction publique de la Constituante, et son collègue des finances le comte Jacques Manzoni pénétrèrent, à plusieurs reprises, tant dans le palais du Saint-Office que dans l'église de l'Apollinaire. Sans se laisser arrêter par l'incroyable confusion qui régnait dans le dépôt, les deux curieux, chacun de leur côté, recherchèrent avec autant de patience que d'avidité, tout ce qui concernait l'affaire de Galilée. Ils ne trouvèrent pas le registre du *Procès*. Celui-ci, nous le savons, n'était pas au Saint-Office, puisque en quittant Rome, Pie IX l'avait remis entre les mains de Marini, avec mission de le déposer en lieu sûr.

Cependant Manzoni, le premier, trouva dans la collection des *Décrets*, quelques arrêts rendus dans l'affaire de Galilée et, peu après, Gherardi en découvrit d'autres. Bref, Manzoni en avait déjà transcrit sept et Gherardi dix (2), quand ce dernier mit for-

(1) Le récit en a été fait par le principal intéressé dans un article intitulé *Il Processo Galileo riveduto sopra documenti di nuova fonte dal prof. comm. Silvestro Gherardi*, publié dans la RIVISTA EUROPEA. Nuova serie d'associazione in continuazione alla Rivista contemporanea nazionale di Torino. — Anno I, Florence, 1870, pp. 1-37 et 398-419.

Ce récit a été repris depuis lors, notamment par Charles von Gebler dans son ouvrage *Galileo Galilei und die Römische Curie nach den authentischen Quellen von Karl von Gebler*. Stuttgart, Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung, 1876 (Anhang B. — Die Gherardi'sche Urkundensammlung, pp. 393-397).

La narration que M. Favaro nous en donne, dans les ATTI DEL ISTITUTO VENETO (t. LXI, pp. 779-184), est plus complète que les précédentes.

(2) Dans la nouvelle édition de M. Favaro, les pièces copiées par Manzoni portent les numéros 9, 12, 13, 14, 15, 22 et 23 ; les pièces copiées par Gherardi sont numérotées, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 22 et 23. Sept d'entre elles font double emploi avec les pièces de Manzoni.

La copie de Manzoni se trouve à l'heure actuelle, à la Bibliothèque

tuitement la main sur une pièce des plus curieuses. C'était un manuscrit d'une écriture de la fin du XVIIIe siècle ou du commencement du XIXe, contenant la copie de trente-et-un décrets ayant tous rapport à Galilée (1).

En collationnant cette pièce avec les extraits certainement authentiques dont il était déjà en possession, Gherardi fut frappé de leur concordance. Il en conclut, avec raison, que ceux dont il n'avait pas découvert les originaux avaient été transcrits avec la même fidélité et que le hasard lui avait ainsi mis entre les mains, une collection des décrets complète ou à peu près.

Sur ces entrefaites, survint la prise de Rome par les troupes françaises et Gherardi fut obligé de quitter la ville éternelle.

En possession d'un document d'une si haute importance, pourquoi l'ancien ministre de la Constituante tarda t-il plus de vingt ans, à le faire connaître au public ?

Exilé des États-Romains, dit-il, il voulait éviter tout ce qui dans sa conduite aurait faire naître un soupçon de représailles envers le Gouvernement Pontifical (2). Nous lui donnons acte de cette déclaration. Mais, en 1867, Henri de l'Épinois, ayant avec l'autorisation du P. Theiner, bibliothécaire du Vatican, publié la majeure partie du manuscrit du *Procès* de Galilée (3), Gherardi

civique de Lugo, dans le fonds Gherardi, sous la cote No 437 et le titre " Copia Manzi „ *(sic)*.

La copie de Gherardi fut retrouvée dans les papiers de feu le prince Balthazar Boncompagni et donnée à M. Favaro par le duc de Massimo. A son tour, M. Favaro a fait don de cette pièce précieuse à la Bibliothèque nationale de Florence ou elle est aujourd'hui cotée : " Mss. Galileiani, Nuovi Acquisti, no 64 „.

(1) Nous disons trente-et-un décrets, quoique la pièce porte 32 numéros. Mais le numéro 19 ne contient qu'une date : " Feria IV, die 29 9bris 1633 „. Gherardi a supposé (Rivista Europea art. cité, p. 415) que la Congrégation ne s'était pas réunie, à cause d'une indisposition passagère du Pape, qui n'aurait pas pu présider la séance. Hypothèse inadmissible. En y regardant d'un peu près, il est d'abord aisé de voir que la date donnée est impossible. Le 29 novembre 1633 est une Feria III (mardi), et non pas une Feria IV (mercredi). A la suite de l'indication de la date le copiste a laissé, il est vrai, un espace blanc; mais il ne faut rien en conclure, si ce n'est qu'il n'a pas pris sur lui la responsabilité d'expliquer l'erreur. On doit remarquer en outre, que seules les séances du jeudi sont présidées par le Pape.

(2) Rivista Europea, art. cité, p. 8.

(3) Revue des Questions historiques, t. III. Paris, 1867, en appendice (pp. 146-171) à son article déjà cité : *Galilée, son procès, sa condamnation d'après des documents inédits.*

ne se crut plus tenu à la même réserve. Le 20 mai 1869. il communiquait sa copie des *Décrets* à l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne (1) et l'année suivante il la publiait dans la Rivista Europea (2).

Cet article de la Rivista Europea, M. Favaro le connaissait. En outre les minutes autographes des copies de Gherardi et de Manzoni existent encore aujourd'hui (3) et M. Favaro les avait eues en mains. Malgré la réponse dilatoire du cardinal Parocchi, il était donc convaincu de l'existence des pièces originales dans les registres des *Décrets*. C'est alors qu'il eut l'heureuse inspiration de s'adresser, pour parler comme lui, " *à l'autorité suprême du Saint-Office* „ (4). Cette autorité lui accorda gracieusement la permission de faire des recherches dans les archives. Elle la lui accorda large et ample. M. Favaro put à son gré consulter toutes les minutes originales. Cette fois, plus de transcriptions hâtives, incomplètes et incorrectes !.Nous avons une édition des *Décrets* préparée à loisir. Le texte de M. Favaro ajoute tant de choses à celui de Gherardi et le rectifie à un tel point (5), qu'on devra désormais le regarder comme la première édition des *Décrets*. Ces *Décrets* sont la partie la plus remarquable du volume de M. Favaro. Ce n'est pas cependant que, même dans les minutes originales, le savant éditeur n'ait rencontré certaines pièces lacérées et tronquées, mais il est parvenu à les reconsti-

(1) Rendiconto delle sessioni dell' Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna per l'anno 1868-1869, pp. 100 et 101.

(2) En appendice (pp. 28-37) à son article cité ci-dessus : *Il processo Galileo riveduto sopra documenti di nuova fonte dal prof. comm. Silvestro Gherardi.*

(3) Voir ci-dessus. p. 590, note 2.

(4) " Noi che abbiamo potuto, per gentile concessione delle supreme autorità del Santo Uffizio, servirci a tutto nostro agio dei veri originali... „ Atti del Istituto Veneto, t. LXI, p. 782. — *Il processo di Galileo*, Estratto dal Vol. XIX della Edizione Nazionale delle *Opere di Galileo Galilei*. Avvertimento, p. 9.

(5) M. Favaro a cherché avant tout à nous donner un texte critique correct. Mais quand il croit devoir corriger une faute de plume, il a toujours soin de faire connaître en note la leçon originale. Il indique même les surcharges et les ratures du manuscrit.

Je relèverai cependant une faute typographique de nature à induire en erreur le lecteur inattentif et qui mériterait de figurer dans un *Errata*. L'important décret N° 12 (p. 15), qui est daté : " Feria V. Die 30 Decemb. MDCXXXIII a Nate „, doit l'être du même jour mais de l'année MDCXXXII.

tuer avec beaucoup de bonheur (1). Nous sommes aujourd'hui en possession d'un texte absolument complet.

Pour terminer ce sujet, je dirai qu'outre quatre décrets entièrement nouveaux (2). M. Favaro nous donne en entier, pour les autres, tous les préambules qui faisaient défaut dans l'édition de Gherardi.

Il est superflu de faire remarquer l'intérêt et l'importance historique de ces préambules, puisque, comme nous l'avons dit ci-dessus, ils nous font connaître chaque fois la liste complète des cardinaux et autres personnages qui interviennent dans l'arrêt.

(1) Nous faisons allusion aux décrets 9, 10, 11 de l'édition Favaro, numérotés 7, 8 et 9 dans l'édition Gherardi et portant respectivement les dates : jeudi 11 novembre 1632, jeudi 25 novembre 1632, jeudi 8 décembre 1632.

Ces décrets ont été récemment arrachés des registres originaux du Saint-Office, par une main inconnue et sont aujourd'hui perdus.

Par un hasard heureux, le préambule était chaque fois écrit en entier sur la page qui précédait la feuille arrachée. En s'aidant des copies de Gherardi et de Manzoni, M. Favaro est parvenu à reconstituer le texte complet.

Voir : Atti del Istituto Veneto, t. LXI, pp. 784 et 785. — *Il Processo di Galileo*, Estratto del Vol. XIX della Ed. Naz., Avvertimento, p. 6.

(2) Les décrets nouveaux sont numérotés 7, 8, 29 et 35. Il m'a paru intéressant de les transcrire ici, mais en omettant, pour abréger, leurs longs préambules.

No 7 (p. 13). " Feria V. Die 9a Iunii 1616.

" Illmi D. Card is Carafae, Archiepiscopi Neapolitani, litteris datis die 3a Iunii Smus ordinavit rescribi, quod bene fecit carcerando impressorem, quod sine licentia typis mandavit Epistolam Magistri Pauli Antonii Foscarini Carmelitae de mobilitate terrae et solis stabilitate. „

No 8 (pp. 13 et 14), " Feria V. Die XXIII Septembris MDCXXXII.

" Relata serie totius facti circa impressionem libri a Galileo de Galileis Florentiae factam, nec non praecepto eidem ab hoc S. Officio anno 1616 facto, Smus mandavit Inquisitori Florentiae scribi, ut eidem Galileo, nomine S. Congregationis, significet ut per totum mensem Octobris proximum compareat in Urbe coram Commissario generali S. Officii, et recipiat ab eo promissionem de parendo huic praecepto, quod eidem faciat coram testibus, qui, in casu quo illud admittere nolit et parere non promittat, possint id testificari, si opus fuerit. „

No 29 (p. 23), " Feria V. Die XXV Novembris MDCXXXVIII.

"... Propositae fuere causae infrascriptae,... videlicet :

" Domini Benedicti Castelli, Congregationis Cassinensis, lectis literis datis Florentiae 23 Octobris, quibus supplicat sibi dari laxiorem licentiam visitandi Galileum de Galileis de negociis ad artem mathematicam pertinentibus, Smus mandavit scribi Inquisitori Florentiae, qui permittat dicto D. Benedicto frequentius agere cum dicto Galileo, ut possit instrui de periodis Planetarum Medicearum ad investigandam artem

III

Le volume de M. Favaro contient enfin une troisième et dernière série de documents composée de dix pièces qui ne font partie ni des *Décrets* ni des *Procès*. Elles n'ont d'ailleurs d'autre lien entre elles que la condamnation de Galilée. Une simple énumération en indiquera suffisamment l'objet. Ce sont :

1° L'avertissement de la congrégation de l'Index, indiquant les corrections à apporter au livre *De Revolutionibus Orbium coelestium* de Copernic. Il est réimprimé d'après l'édition de l'*Index librorum* de 1624 (1).

2° Un autographe de Galilée possédé par la Bibliothèque nationale de Florence, et relatif à l'*imprimatur* des *Dialogues sur les deux plus grands systèmes du monde* (2).

3° La sentence d'abjuration d'après une copie du temps qui se trouve aux Archives de l'État à Modène (3).

4° Le récit de Buonamici (4).

5° L'édit de l'évêque de Cortone, d'après les *Novelle letterarie* de Florence (5).

navigandi per longitudinem, iniuncto tamen ei praecepto, sub poena excommunicationis latae sententiae, a qua non possit absolvi nisi a Ste Sua, et ablata facultate Sacrae Poenitentiariae, ne audeat loqui cum eodem Galileo de opinione damnata circa terrae motum. „

No 35 (p. 26), " Feria 2a. Die 9 8bris 1741.

" Lecta epistola P. Inquisitoris Patavii, data die 29 7mbris praeteriti, qua exponit instantiam sibi factam ab impressoribus Seminarii illius civitatis pro licentia reimprimendi omnia opera Galilei Galilei a Florentia, cum obligatione imprimendi etiam omnes declarationes praescribendas ab hac Sa Congregatione et cum aliis conditionibus in dicta epistola expressis; congregatio DD. Consultorum, delegata ut supra (par Benoît XIV, comme il est dit dans le préambule), decrevit rescribendum dicto P. Inquisitori Patavii quod permittat impressionem operum de quibus agitur, servatis tamen conditionibus a dicto P. Inquisitore in dicta epistola enarratis. „

(1) *Librorum post Indicem Clementis VIII prohibitorum Decreta omnia hactenus edita.* Romae, ex typographia Rev. Cam. Apost., 1624, pp. 93 et 94.

(2) Mss. Gal. Nuovi Acquisti, no 50.

(3) Inquisizione. Processi, 1632-1633. Copie de l'époque.

(4) Édité d'après une copie de l'époque, corrigée de la main de Buonamici (Bibliothèque nationale de Florence, Mss. Gal. P. I, T. III, pp. 12-14). Une autre copie de cette pièce est contenue dans le même volume (pp. 15-18) et présente d'assez nombreuses variantes. M. Favaro a consigné les plus importantes, en note, au bas des pages.

(5) *Novelle letterarie pubblicate in Firenze l'anno MDCCLXXXV.*

6° La notification de la condamnation de Galilée adressée au nonce de Cologne, d'après une édition qu'en a donnée en 1893 Mgr Monchamp, dans une brochure bien connue en Belgique (1).

7° La première divulgation de la condamnation de Galilée par la voix d'une gazette. Il s'agit du célèbre *Recueil des gazettes nouvelles et relations de toute l'année 1633, dédié au Roy par Théophraste Renaudot* (2).

8° Le décret de la congrégation de l'Index du 23 août 1634, défendant la lecture du *Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde*. Il est réédité d'après un exemplaire de la pièce imprimée originale qui se trouve à la Collection Galiléenne de la " Torre del Gallo " près de Florence (3).

9° Un résumé manuscrit des deux procès, dont la minute est à la Bibliothèque civique de Lugo, fonds Gherardi, pièce n° 429. Elle est d'une écriture de la première moitié du XVIIIe siècle.

10° Le statut de la congrégation de l'Index du 16 avril 1757, par lequel celle-ci décide d'omettre dorénavant, dans les rééditions de l'*Index librorum*, le décret prohibant les livres qui enseignent le mouvement de la terre. Ce statut est aux archives de la congrégation de l'Index à Rome (4).

M. Favaro a reconnu depuis qu'il aurait pu donner des documents plus nombreux sur ce dernier sujet, mais il n'en avait pas encore connaissance au moment de l'impression de son volume. Outre le statut de la congrégation de l'Index il existe, en effet, trois décisions du Saint-Office, permettant d'enseigner le système de Copernic Elles datent respectivement du 16 août 1820, du 11 et du 25 septembre 1825. M. Favaro les a publiées dans les ATTI DEL REALE ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI (5).

HENRI BOSMANS, S. J.

Vol. decimosesto. In Firenze, MDCCLXXXV, nella stamperia di Francesco Moücke, coll. 530 et 531.

(1) *Notification de la condamnation de Galilée, datée de Liège 20 septembre 1633, publiée par le Nonce de Cologne dans le Pays Rhénan et la Basse-Allemagne, Texte d'après une copie manuscrite avec remarques.* Saint-Trond, 1893, pp. 14-17.

(2) Paris, au bureau d'adresse, 1634. N° 122 de l'année 1633, p. 531.

(3) Voir aussi : *Index librorum prohibitorum, Alexandri VII Pontificis maximi iussu editus.* Romae, ex typographia reverendae Camerae Apostolicae, 1664, pp. 336 et 337.

(4) Acta Sacrae Indicis Congregationis ab anno 1749 ad annum 1763, p. 129. Original.

(5) T. LXI, pp. 895 et 896. Appendice III^a. Deliberazioni della Congregazione del Santo Uffizio intorno alla libertà della dottrina Copernicana.

II

UN CAS DE TUMEUR CÉRÉBRALE

Si les cas de tumeur cérébrale ne sont pas d'une rareté extrême, il en est qui par leur développement insolite, leur origine et leur retentissement sur les fonctions intellectuelles méritent d'être signalés.

Tel est le cas de cette tumeur dont nous avons pu suivre l'évolution pendant plus d'un mois et dont l'autopsie nous a ménagé plus d'une surprise.

La femme qui en était affectée est morte âgée de 50 ans au cours du mois de décembre dernier — nous avons pu l'observer à partir du 3 novembre précédent.

A cette époque, elle présentait sur la région fronto-temporale gauche, à cheval sur la suture coronale et envahissant une partie de la région squameuse du temporal, une vaste tumeur de consistance osseuse, épaisse de 3 centimètres environ, dont le plus grand diamètre dans un sens est de 5 centimètres 1/2 et dans l'autre sens de 4 centimètres. Revêtue du cuir chevelu, elle paraissait avoir des dimensions autrement considérables.

La malade avait été colloquée comme " atteinte d'aphasie, de parésie du bras droit et de la jambe droite, de délire et d'agitation nocturne ".

Mais dès le jour même de la collocation, elle marchait normalement et faisait mouvoir le bras droit et si, au début, elle présentait un peu d'obnubilation intellectuelle et de confusion mentale, elle ne tardait pas au bout de 24 heures à reconquérir une entière lucidité. Dès lors, elle put nous raconter que depuis son jeune âge, elle souffrait d'un point fixe de ce côté de la tête, correspondant sensiblement au centre actuel de la tumeur. C'est ce qu'elle appelait sa migraine, cette douleur s'irradiant sur la moitié gauche du crâne. Elle était sujette à des exacerbations qui la forçaient à s'aliter, mais jamais le point douloureux ne la quittait totalement.

Souvent nous avons assisté à ces crises où la paralysée réapparaissait avec de l'obnubilation, quelques illusions, de l'aphasie. Mais il suffisait de décongestionner en quelque sorte la tumeur par des applications froides et des révulsifs divers pour mettre un terme à la crise et ramener la malade à son état normal.

Il en fut ainsi jusqu'au jour où brusquement, elle devint cyanosée, marqua de l'hypothermie, tomba dans le coma et mourut.

L'autopsie nous réservait plus d'une surprise.

Après avoir constaté le volume énorme d'une tumeur osseuse, qui, au dire de la malade, ne datait que de deux ans et la soudure prématurée de toutes les sutures, nous pouvions nous attendre à voir cette tumeur faire saillie sur la table interne. Il n'en était rien.

A un point correspondant au centre de la tumeur, sur l'espace d'un centimètre, s'insérait le pédicule d'une autre tumeur, celle-ci de l'épaisseur d'un gros œuf de poule, lisse, revêtue du feuillet pariétal de l'arachnoïde, indépendante du cerveau, gorgée de sang, déprimant et refoulant le cerveau antérieur en s'y créant une vaste excavation.

Les circonvolutions frontales sont comprimées et refoulées au point qu'elles ne représentent plus, en certains points, qu'un lambeau encéphalique d'un centimètre d'épaisseur et l'hémisphère gauche est refoulé vers l'occiput au point que le sillon de Rolando de ce côté, d'oblique est devenu vertical.

Ce qu'il faut encore constater, c'est qu'au niveau de l'insertion de ce pédicule, la dure-mère a disparu, que la table interne y est devenue rugueuse et que vers ce même point, profondément imprimés dans la table interne, apparaissent un grand nombre de sillons sinueux qui vont en convergeant vers l'insertion du pédicule.

La tumeur interne, charnue, remontait donc à une époque éloignée où la table interne est susceptible de recevoir des empreintes et de les garder. Elle précédait de loin la tumeur externe, osseuse qui, elle, date de deux ans. Quelle est la nature histologique de l'une et l'autre de ces tumeurs ? C'est ce qu'une préparation ultérieure et l'examen microscopique nous révéleront.

Dès à présent nous pouvons écarter l'hypothèse d'une tumeur syphilitique ou tuberculeuse.

La malade ne présentait aucune manifestation de l'une ou de l'autre de ces maladies et nous pouvons l'en croire, semble-t-il, quand elle-même et son mari attestent que jamais elle ne fut atteinte d'aucune affection spécifique.

Vraisemblablement, il s'agit d'un ostéo-sarcome ou d'un ostéo-carcinome, implanté et développé sur la dure-mère.

A divers égards, cette observation sollicite l'intérêt.

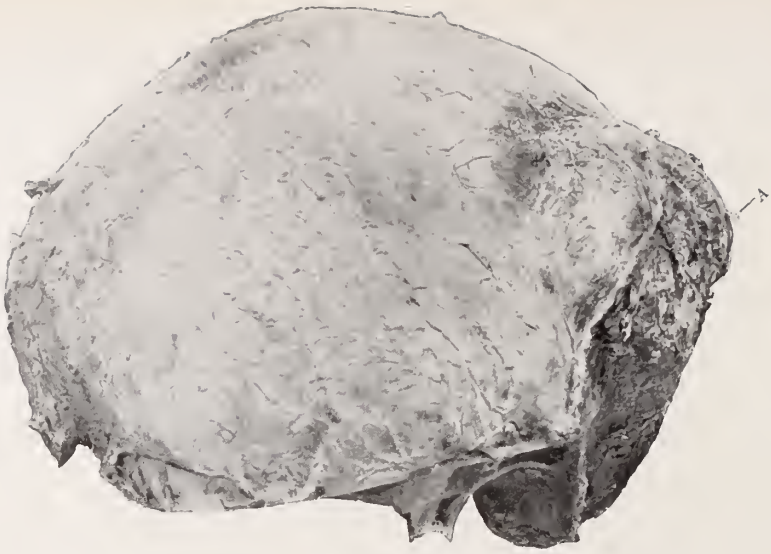


Fig. 1.
A. Tumeur externe, osseuse, sur la région fronto-pariétale gauche et la portion squammeuse du temporal — sutures invisibles.

Fig. 2.
Table interne — sillons convergents tracés par les vaisseaux.

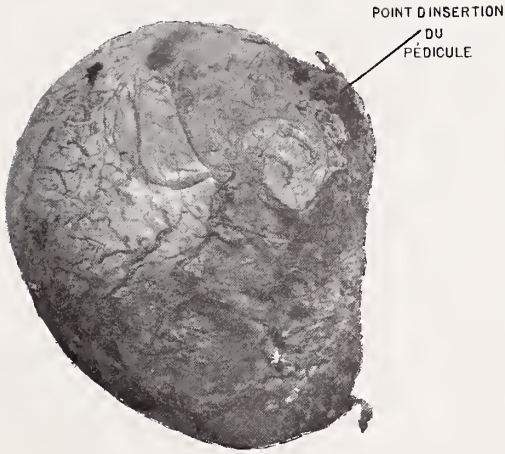


Fig. 3.
Tumeur interne, charnue, notablement réduite sous l'influence de l'alcool.

Fig. 4.
Excavation creusée par la tumeur interne dans l'hémisphère gauche. Le sillon de Rolando de ce côté est refoulé vers le lobe occipital.

1° Le cas est certainement rare. Sans doute, l'ostéo-sarcome est commun. Mais je ne sache pas qu'on ait jamais publié la relation d'une tumeur aussi volumineuse, se différenciant d'une manière aussi nette : ostéome, à l'extérieur du crâne, sarcome ou carcinome encéphaloïde intracrânien, l'un et l'autre surgissant d'un point commun de la dure-mère, en un espace très limité.

Notons en même temps que la tumeur interne refoulant le feuillet pariétal de l'arachnoïde et revêtue de celui-ci, reste totalement indépendante du cerveau et ne contracte avec lui ou les méninges aucune adhérence.

2° L'évolution de cette tumeur nous est révélée par l'examen attentif des pièces anatomiques. La table interne porte l'empreinte d'un faisceau considérable de vaisseaux étalés en éventail, convergeant vers le pédicule.

La tumeur interne, molle, évoluait donc, se développait activement à une époque où la table interne était encore à même de recevoir et de conserver des empreintes.

La tumeur charnue existait déjà volumineuse, dès le début. Ce n'est que plus tard, il y a deux ans, que, sous l'effort d'une pression qui avait sans doute atteint son maximum, la tumeur se développant toujours a envahi l'os, s'est dessinée à l'extérieur pour y prendre un développement considérable.

3° Que cette pression exercée sur le cerveau ait été longue, personne ne le contestera. Elle a été telle que le lobe frontal est réduit au quart de son volume normal. Les circonvolutions frontales sont tassées et mesurent à peine un centimètre d'épaisseur. Cette pression a eu son retentissement au loin. Les centres moteurs inférieurs et le sillon de Rolando dans sa moitié inférieure ont été refoulés vers le lobe occipital au point que ce sillon, au niveau du lobule paracentral, est en recul d'un centimètre sur son congénère et que, dans son ensemble, il a pris une direction verticale.

On attribue une influence pathogénique considérable au défaut d'expansion du cerveau, aux pressions intracrâniennes excessives. On leur attribue la genèse des infériorités mentales les plus diverses, l'imbécillité, l'idiotie.

L'épilepsie elle-même, dans nombre de cas, ne reconnaîtrait pas d'autres mécanismes.

Ici, il y eut pression excessive, aggravée par la soudure prématurée des sutures. Logiquement, il devait y avoir arrêt du développement cérébral.

Pourtant la malade n'eut jamais de convulsions, jamais de

troubles moteurs autres que ceux qui se rattachaient à une fluxion passagère et son intellectualité resta parfaite.

La malade ne marqua aucun trouble de la mémoire, du jugement ou de la volonté.

4° Un point d'importance pratique doit nous arrêter. Dès son jeune âge, la patiente se plaignit d'un point douloureux fixe, s'irradiant plus ou moins, sujet à exacerbations, qu'elle appelait sa migraine.

On eut recours inutilement pendant des années aux médications usuelles les plus variées. La persistance de ces douleurs localisées, que la percussion révèle en tout temps, doit faire penser à une lésion de la dure-mère dont le trépan seul a raison.

Que ne l'avait-on trépanée, il y a des années ! Nous avons des motifs de croire que là seul était le salut.

Pourquoi ne l'avons-nous pas trépanée à notre tour ?

L'étendue de la tumeur n'offrait certes plus les mêmes chances de succès.

Mais encore, nous nous étions décidé pour la trépanation quand la malade mourut. Il avait fallu plus de quinze jours d'instances pour obtenir l'assentiment écrit du mari et de la malade.

Nous n'eussions pas opéré sans ces garanties.

Certains jugements sont là pour nous avertir que notre sécurité est compromise hors de ces précautions et que la conscience du médecin et le désir de sauver son malade ne prévalent pas contre des revendications iniques ou téméraires.

Dr Cuylits.

BIBLIOGRAPHIE

I

Spezielle algebraische und transscendente ebene Kurven Theorie und Geschichte von Dr Gino Loria, ord. Professor der höheren Geometrie an der Universität Genua. Autorisierte, nach dem italienischen Manuskript bearbeitete deutsche Ausgabe von Fritz Schütte, Oberlehrer am königlichen Gymnasium zu Neuwied. Un vol. in-8° de xxi-744 pages avec 124 figures. — Leipzig, Teubner, 1902 (1).

Par la nature même du sujet qu'il traite, l'ouvrage de M. Loria se prête assez difficilement à l'analyse. Tel un bon dictionnaire, qu'on ne peut guère recommander que d'une manière générale, en faisant connaître sommairement le genre de renseignements qu'on y trouve et en disant au lecteur : ouvrez de confiance le volume, lisez et vous verrez l'exactitude, la variété et la richesse des renseignements qu'il contient. C'est qu'en effet, la *Théorie et l'Histoire des courbes planes* par M. Loria est comme une espèce de dictionnaire des principales propriétés de ces courbes, dictionnaire aussi indispensable désormais au géomètre de profession qu'à l'historien des mathématiques. Pour en mettre en relief tout le mérite, je ne crois pouvoir mieux faire que de prendre pour guide M. Loria lui-même et de résumer sa Préface ; il nous y fait connaître comment il a conçu et exécuté son dessein.

Tous les mathématiciens, dit-il, depuis les Grecs jusqu'à nos jours, ont mis la main à la construction de cet imposant édifice,

(1) Ce volume fait partie de la B. G. Teubner's Sammlung von Lehrbüchern auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendung, dont il forme le tome V.

si sévère de lignes, si riche d'ornements, dont les pierres sont les propriétés géométriques des courbes algébriques et transcendantes. Les motifs les plus différents les ont poussés à prendre part à l'exécution de ce travail. Pour les uns, c'était simplement le désir de trouver des propriétés géométriques des courbes, qui fussent à la fois neuves et intéressantes. Pour d'autres, c'était celui d'interpréter géométriquement les formules de l'analyse. D'autres n'ont cherché, par l'étude des courbes, qu'à résoudre des problèmes rebelles à des méthodes plus simples. D'autres enfin ont eu principalement en vue les progrès de la physique mathématique ou de la mécanique appliquée.

M. Loria n'a donc pas pu borner ses recherches préparatoires aux seuls travaux consacrés explicitement à l'étude des courbes. Il a dû dépouiller les genres les plus divers de publications scientifiques ; depuis les grandes collections des Académies, jusqu'aux journaux de mathématiques destinés aux élèves ; depuis les traités les plus savants de physique mathématique ou de mécanique, jusqu'aux recueils d'exercices élémentaires de géométrie analytique. Il n'a pas même pu négliger ces minces brochures destinées d'avance à une vie éphémère et que les Allemands nomment : *Inauguraldissertationen, Habilitationsschriften, Programmabhandlungen*. Aussi bien ne lui ont-elles pas fourni les théorèmes les plus dénués d'intérêt.

Quand on étudie la bibliographie de la géométrie, on est tout d'abord frappé par un fait, qu'on prévoyait bien quelque peu, il est vrai, mais qu'on ne s'attendait certainement pas à rencontrer aussi souvent, j'entends : le nombre incroyable de fois qu'une même courbe, d'abord connue, est ensuite oubliée, puis retrouvée et donnée comme neuve. Même remarque tant pour les théorèmes que pour les problèmes qui, eux aussi, sont en grand nombre oubliés périodiquement, puis retrouvés. Qu'il soit utile aux élèves et aux débutants de s'exercer à la solution d'un problème connu, c'est évident et personne ne le nie ; mais quelle perte de temps, le plus souvent, pour les savants et les professeurs !

Il était urgent d'y mettre un terme et ce sera l'honneur de l'Académie des Sciences de Madrid d'y avoir avisé. Au concours de 1894 elle proposa le sujet suivant :

" On demande une table méthodique de toutes les courbes auxquelles il a été donné des noms particuliers, avec une notice succincte, pour chacune d'entre elles, sur sa forme, son équation et ses propriétés générales, ainsi que sur les ouvrages où elle a été publiée pour la première fois. „

Le prix de l'Académie espagnole ne fut pas décerné dès cette première année 1894, mais le sujet fut maintenu au concours jusqu'en 1897 ; c'est à cette date que M. Loria présenta un mémoire que l'Académie jugea digne d'être couronné.

Ce n'est cependant pas ce travail tel qu'il a été soumis au Jury de Madrid que M. Loria publie aujourd'hui. L'auteur semble, en effet, avoir beaucoup corrigé et développé sa première rédaction. Lui-même nous avertit d'ailleurs, qu'il ne s'en est pas rigoureusement tenu au programme du concours de Madrid, mais qu'il s'est en outre largement inspiré d'un sujet d'étude proposé par M. Haton de la Goupillière. J'en transcris ci-dessous l'énoncé intégral tel que je le lis dans l'INTERMÉDIAIRE DES MATHÉMATICIENS pour 1894. Le lecteur le remarquera, on pourrait presque regarder cet énoncé comme une espèce de commentaire de la question mise au concours par l'Académie de Madrid.

" Il y aurait, je pense, dit M. de la Goupillière, un intéressant volume à faire, présentant, en autant de chapitres distincts, les théories de ces courbes isolées si remarquables par tant de belles propriétés éparses de tous côtés, telles que la spirale logarithmique, la cycloïde, la chaînette, etc., et quelques autres moins riches, mais possédant néanmoins une certaine notoriété, comme la cissoïde, la quadratrice, la courbe $x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = 1$, la parabole semi-cubique, la tractrice, la loxodromie, etc., et même des groupes étendus, comme les épicycloïdes, les lignes $r^n = \sin n\theta$, les courbes de Lamé, les ovales de Descartes, etc.

„ Je me figure à cet égard un jeune géomètre, entrant en ce moment dans la carrière et utilisant l'énorme contingent de ses lectures futures pour ouvrir à chacune de ces courbes un dossier dans lequel il accumulerait patiemment les fiches relatant toutes les propriétés qu'il rencontre, depuis les plus élémentaires jusqu'aux plus élevées. Plus tard, dans des intervalles de loisir, il pourra écrire successivement les divers chapitres, dans chacun desquels les théorèmes, s'appuyant méthodiquement les uns sur les autres, arriveront à former une trame serrée de démonstrations courtes et simples. Il serait toutefois nécessaire d'y conserver en notes l'indication des sources bibliographiques où se trouvent déjà mentionnées ces propriétés. Ce jeune confrère, sans nuire en rien par là à des travaux d'un essor plus relevé, se ménagerait ainsi, pour l'avenir, la mise au jour d'un volume qui intéresserait assurément les mathématiciens. „

A un certain point de vue M. de la Goupillière a raison. Oui, un volume, comme il le conçoit, comblerait une lacune ; oui, sa

mise au jour intéresserait les mathématiciens ; mais qui ne voit, d'autre part, combien ce volume était difficile à écrire ? Aussi, malgré l'encourageante invitation de M. de la Goupillière, un jeune géomètre l'eût, je le crains, essayé sans succès. M. Loria a cru, lui, qu'un professeur d'Université ne dérogeait pas à s'en charger. Félicitons-nous-en, car, sans son initiative, nous eussions attendu longtemps le volume souhaité par M. de la Goupillière. M. Loria nous avoue en effet, en déposant la plume, que pour mener à bien sa tâche, il a dû faire œuvre longue, ingrate et pénible.

Je passe outre sur la richesse, la variété, l'état d'extrême dissémination des matériaux à réunir ; j'en ai déjà touché un mot ci-dessus et n'y insiste pas davantage. Mais parmi les difficultés à surmonter il y avait, entre autres, la nécessité de ne pas donner au public un travail d'une longueur démesurée et de limiter le sujet. Voici comment M. Loria s'y prend.

Il exclut d'abord toutes les courbes qui n'ont pas une définition rigoureusement mathématique, ainsi que toutes celles qui ne sont, en réalité, qu'un pur assemblage d'arcs de courbes différentes raccordés les uns aux autres. Ces deux genres de courbes se rencontrent fréquemment en architecture, en physique et dans les sciences appliquées ; mais ils sont plutôt du domaine des artistes et des techniciens que de celui des géomètres.

Sont exclues en outre toutes les courbes à double courbure. Ces courbes, il est vrai, sont géométriques et pleines d'intérêt. Bien plus, M. Loria nous dit, qu'à son avis, elles mériteraient même un travail analogue à celui qu'il nous donne pour les courbes planes ; mais la nature de ces courbes, ajoute-t-il, est si dissemblable de celle des courbes planes, qu'il vaut mieux à tout point de vue, leur consacrer des travaux complètement distincts.

Jusqu'ici je n'ai pu qu'approuver M. Loria ; mais je me vois bien obligé de formuler maintenant une légère critique. Pourquoi M. Loria ne continue-t-il pas à exclure avec la même décision et la même netteté, tout ce qui concerne la droite, le cercle et les coniques ? Il leur accorde, en tout, treize pages, dans un volume qui en compte plus de sept cents ! C'est beaucoup trop peu, ou c'est trop ! Sans doute, ces treize pages sont intéressantes, comme tout ce qu'écrit M. Loria ; mais je leur reproche d'être ici un hors-d'œuvre. La droite, le cercle et les coniques, traités sur le plan adopté par M. Loria pour les autres lignes,

méritaient à eux seuls un volume. Il fallait le leur accorder ou les passer tout à fait sous silence.

Voilà pour les élagages à faire. Mais après les avoir effectués, il s'agissait de déterminer le programme à suivre, pour l'étude de chaque courbe en particulier.

J'ai cherché, dit M. Loria, à remonter aussi haut que possible dans l'histoire de chaque ligne et à en faire connaître les plus lointaines origines. Après quoi je donne les principales propriétés de cette ligne, j'indique les meilleures méthodes à employer pour son étude ; mais je ne prétends pas donner la liste complète de tous les théorèmes qui lui sont propres. Si la confection d'un catalogue de théorèmes, absolument complet et sans aucune lacune, peut tenter quelque autre, je serai le premier à m'en féliciter et à y applaudir ; pour moi, j'ai reculé devant le développement énorme qu'aurait pris mon mémoire.

La confection de ce catalogue semble effectivement devoir tenter M. Wölffing de Stuttgard. Le savant Wurtembergeois nous a même déjà donné, dans la Bibliotheca mathematica, un avant-projet de son dessein, et en guise de spécimen de son futur travail, il y a publié, en 1901, la monographie de la cycloïde, tout en nous donnant l'espoir qu'il la fera suivre bientôt de plusieurs autres.

MM. Wölffing et Loria sont bien plutôt deux émules que deux rivaux ; à preuve, tout le bien que le professeur de Gênes nous dit de son collègue de Stuttgard et l'aide qu'il avoue en avoir reçue. Leurs travaux ont un même but ; mais il serait prématuré de faire, dès à présent, un parallèle entre eux, et de prononcer, d'une manière définitive, sur leur mérite relatif. Toutefois, il paraît peu probable que le mémoire de l'un des deux professeurs soit destiné à supplanter celui de l'autre.

C'est que le mode d'exposition des deux savants est fort différent.

La monographie de la cycloïde par M. Wölffing est bourrée de faits, surchargée de références, mais on y chercherait en vain une seule formule ; le volume de M. Loria est écrit d'un style franchement algébrique.

Il a voulu prouver par là aux jeunes lecteurs, dit-il, quel souple et riche instrument de recherche est l'algèbre, quelle inépuisable mine de découvertes elle réserve au travailleur. Je ne veux pas examiner ici jusqu'à quel point M. Loria aura reussi à les convaincre, mais je sais bien qu'en poursuivant ce but, il en a, en tous cas et très heureusement, atteint un autre : celui de

nous donner un livre remarquablement clair, agréable et facile à consulter.

Voici un très court résumé des principaux chapitres :

1e Section. Lieux plans et solides. 1. Droite ; 2. Cercle ; 3. Coniques.

2e Section. Courbes du 3e ordre. 1. Généralités et classifications ; 2. Courbes rationnelles du 3e ordre : 3. Courbes cycliques du 3e ordre ; 4. Cissoïde de Dioclès ; 5. Généralisations de la Cissoïde ; 6. Parabole de Descartes ; 7. Folium de Descartes ; 8. Focale de Quetelet ou Strophoïde oblique ; Logocyclique de Booth ou Strophoïde droite ; 9. Généralisations de la Strophoïde ; 10. Conchoïde de Sluse ; 11. Courbes rationnelles du 3e ordre qui touchent la droite à l'infini. Courbe de Rolle ; 12. Versiera, Visiera et Pseudo-Versiera ; 13. Trisectrices de Mac-Laurin, de Catalan et de de Longchamps ; 14. Cubique duplicatrice et Folium parabolique.

3e Section. Courbes du 4e ordre. 1. Généralités et classifications ; 2. Courbes rationnelles du 4e ordre ; 3. Courbes elliptiques et bicirculaires du 4e ordre en général ; 4. Spiriques de Persée ; 5. Conchoïde de Nicomède ; 6. Généralisations de la Conchoïde et en particulier de la Conchoïde du cercle ; 7. Courbes du 4e degré tricuspidales ; 8. Quelques Podaires du 4e ordre ; Hypocycloïde tricuspide ; 9. Ovales de Descartes ; 10. Courbes du 4e ordre polyzomales et symétriques ; 11. Courbes du 4e ordre ayant un point de rebroussement ; 12. Conchales ; 13. Courbe de Cassini ; 14. Courbes du 4e ordre avec trois points d'inflexion ; 15. L'Araignée et la Trisécante ; 16. D'une courbe du 4e ordre transformée des coniques.

4e Section. Courbes algébriques d'un degré supérieur au 4e. 1. Transformées des coniques ; 2. Astroïde et Scarabée ; 3. Courbe de Watt ; 4. Nephroïde, Atriphtaloïde et autres courbes du 6e et du 8e ordre ; 5. " Trifolium pratense " et Cornoïde ; 6. Une courbe du 8e ordre et une autre du 25e ordre.

5e Section. Courbes algébriques communes à plusieurs ordres. 1. Généralités ; 2. Paraboles de divers ordres ; 3. Hyperboles de divers ordres ; 4. Perles ; 5. Courbes de Lamé ; Courbes triangulaires symétriques ; 6. Courbes polyzomales, 7. Courbes de Darboux ; Courbes équilatères de Serret ; 8. Rhodonées de Grandi ; 9. Feuilles géométriques ; 10. Ovales ; Courbes triangulaires et orbiformes ; 11. Multiplicatrice et Médiatrice ; 12. Sectrices ; 13. Courbes à centre ou à axe de symétrie ; 14. Courbes autopolaires ; Courbes anallagmatiques ; Courbes de direction ;

15. Géométrie des polynomes ; 16. Généralités sur la rectification des courbes ; 17. Courbes rectifiables par des arcs d'ellipse : Courbes de Serret ; 18. Courbes rectifiables par des arcs de lemniscate : Spirale sinusoïdale ; 19. Courbes de Lissajous.

6e Section. Courbes transcendantes. 1. Introduction ; 2. Quadratrice ; 3. Spirale d'Archimède ; 4. Spirales de degrés supérieurs ; 5. Autres spirales algébriques ; 6. Spirale logarithmique et ses dérivées ; 7. Clothoïde ; 8. Cycloïde ; 9. Épicycloïde ; Hypocycloïdes ; Développantes du cercle ; 10. Pseudocycloïde ; 11. Courbes de Delaunay et de Sturm ; 12. Reptoires ; 13. Courbes de Debeaune ; 14. Courbes de Ribaucour ; 15. Spirales de Norwich (ou de Sturm) ; Courbe d'Euler ; 16. Courbes trigonométriques et hypertrigonométriques ; 17. Logarithmique ; Courbe hypergéométrique de Wallis ; 18. Courbes extraordinaires (Ausserordentlicher Kurven) ; 19. Courbe W de Klein et de Lie ; 20. Lignes de Mercator et de Sumner ; 21. Tractrices ; 22. Chaînettes ; 23. Courbes élastiques ; 24. Herpolhodie ; Spirale de Poinsot ; 25. Autres courbes de la physique mathématique.

7e Section. Courbes dérivées. 1. Méthode des changements de coordonnées ; 2. Courbes de poursuite ; 3. Évoluées et évolventes ; 4. Généralisation des évoluées et des évolventes ; 5. Courbes parallèles ; 6. Radiales ; 7. Focales ; 8. Podaires ; Contrapodaires ; Podoïdes ; 9. Courbes isoptiques et orthoptiques ; 10. Courbes différentielles et intégrales ; 11. Courbes transformées (Gegenkurven) ; 12. Sur un groupe de courbes dérivées.

Postface. Aperçu historique sur le développement de la théorie des courbes.

H. Bosmans, S. J.

II

Cours d'Analyse, professé à l'École Polytechnique, par G. Humbert, Membre de l'Institut. Tome I : *Calcul différentiel. — Principes du Calcul intégral. — Applications géométriques.* Un vol. in-8° de 483 pages. — Paris, Gauthier-Villars. 1903.

M. Poincaré distingue chez les mathématiciens (1) " deux sortes d'esprits entièrement différents. Les uns sont avant tout

(1) *Compte rendu du deuxième Congrès international des mathématiciens*, p. 115.

préoccupés de la logique ; à lire leurs ouvrages, on est tenté de croire qu'ils n'ont avancé que pas à pas, avec la méthode d'un Vauban qui pousse ses travaux d'approche contre une place forte, sans rien abandonner au hasard. Les autres se laissent guider par l'intuition et font du premier coup des conquêtes rapides, mais quelquefois précaires, ainsi que de hardis cavaliers d'avant-garde. »

Si d'ailleurs cette distinction s'applique surtout au mode de recherche des vérités nouvelles — et c'est bien ainsi que l'entend M. Poincaré — elle ne laisse pas d'intéresser aussi le mode d'exposition des vérités déjà acquises. La tendance plus marquée vers la logique ou l'intuition se fait nettement sentir dans la façon dont la plupart des professeurs développent devant leurs élèves les théories mathématiques. Rares sont les esprits capables, suivant le cas, de se plier à l'une ou à l'autre discipline, de façon, par exemple, à asseoir les principes sur les fondements solides d'une impeccable logique pour suivre, dans les applications, les voies plus rapides de l'intuition. M. Humbert est de ceux-là, et nul, peut-être, mieux que lui n'offre le parfait assemblage de ces qualités généralement opposées. La nature même de ses travaux en porte le témoignage. Voué, en particulier, à l'étude si difficile des surfaces algébriques, il a su y faire concourir parallèlement les ressources de la géométrie la plus délicate et de l'analyse la plus savante. A cette rare qualité il joint d'ailleurs un don supérieur d'exposition qui lui permet de projeter une vive clarté sur les parties même les plus ardues de la science et de les rendre aussi simples et aisées que faire se peut. C'est dire que chez lui le savant si justement admiré pour ses belles recherches, est doublé d'un incomparable professeur dont, d'année en année, les élèves de l'École Polytechnique se plaisent à proclamer davantage la maîtrise supérieure.

Les leçons qu'il a composées pour eux vont pouvoir, grâce au livre dans lequel elles se trouvent réunies, se répandre dans tout le public mathématique dont elles ne seront assurément pas moins goûtées. En prenant la forme imprimée, ces leçons n'ont d'ailleurs pas donné lieu, comme il arrive, au développement des théories qu'elles abordent en dehors des limites où les maintient l'enseignement oral. C'est, à quelques détails près, l'état effectif de l'enseignement mathématique à l'École Polytechnique qui se trouve fixé dans l'ouvrage de M. Humbert, et, à ce point de vue, il ne manquera pas d'être accueilli avec une

faveur marquée par les professeurs des écoles similaires de l'étranger.

C'est donc le programme même des études de l'École Polytechnique qui a fourni le cadre de l'ouvrage, l'auteur s'étant borné à en distribuer les articles en un certain nombre de chapitres que nous allons rapidement passer en revue.

Le *Calcul différentiel* se trouve, pour sa part, réparti en huit chapitres. Le premier traite des généralités. Les notions fondamentales relatives aux limites et à la continuité sont présentées, d'après des vues émises par M. Painlevé, avec une précision et une simplicite qui s'allient très heureusement à la plus parfaite rigueur. L'exposé, coupé en tranches bien nettes, grâce à l'introduction de lemmes qui soulagent l'attention du lecteur, aplanit les difficultés qui, trop souvent pour le débutant, hérissent ces premiers abords du domaine de l'analyse. Ce mode d'exposition, soit dit en passant, fait la preuve qu'en ces matières une complète rigueur peut être atteinte sans le concours de la théorie des ensembles. La notion d'infiniment petit, clairement élucidée en quelques pages, amène à celle de différentielle, et, au risque de nous répéter, nous insisterons encore ici sur l'admirable netteté de l'exposé de l'auteur, qui s'atteste tout particulièrement dans la définition de la différentielle seconde (p. 22). Le chapitre se termine par les propriétés fondamentales des déterminants fonctionnels.

A ces prémices analytiques succèdent immédiatement, dans le Chapitre II, des applications géométriques de la notion d'infiniment petit, nombreuses, variées, traitées avec élégance. Elles visent principalement les longueurs d'arcs et les rayons de courbure, et constituent une introduction à la Géométrie infinitésimale.

Le Chapitre III est tout entier consacré aux changements de variables. Le problème, d'une importance capitale pour les applications, ne soulève point de difficulté théorique, mais il exige des calculs délicats qui, pour être affranchis de toute chance d'erreur, doivent être réduits à une règle uniforme, clairement dégagée. C'est ce à quoi parvient très simplement l'auteur grâce à une méthode reposant sur l'emploi des différentielles totales. Ajoutons qu'à notre sens il a très sagement fait de s'en tenir à cette unique méthode, la multiplicité des procédés n'ayant pour effet, en de telles matières, que d'égarer les élèves, hésitant entre plusieurs voies. Le problème des changements de variables amène ensuite l'auteur à la théorie des transformations de

contact, remarquablement élucidée en quelques pages, et illustrée par les exemples de la transformation de Legendre et de la transformation de Sophus Lie, dont, en quelques mots, est révélée toute l'importance.

Le Chapitre IV, fort court, traite de la formation des équations différentielles.

Les séries, qui font partie du programme de mathématiques spéciales, ne donnent lieu, en quelque sorte, dans le Chapitre V, qu'à des remarques complémentaires, mais portant sur des points si essentiels et présentées avec une telle netteté qu'elles sont de nature à fixer définitivement les idées des élèves sur ce sujet délicat dont la plupart n'arrivent pas à se pénétrer profondément du premier coup. Selon le programme de l'École, l'auteur se borne d'ailleurs, parmi les séries dont les termes sont fonctions d'une variable, aux seules séries de puissances, avec application aux fonctions exponentielle et circulaires.

Les propriétés fondamentales des fonctions de variable imaginaire, et, plus particulièrement, des fonctions monodromes, font l'objet du Chapitre VI. Les procédés de développements en série, d'une part, les maxima et minima, de l'autre, donnent naissance aux Chapitres VII et VIII. A l'occasion de ces sujets, très classiques, il n'y a guère lieu que de louer la manière à la fois facile et rigoureuse de l'auteur qui, on ne saurait trop le redire, ne laisse absolument aucun point dans l'ombre.

La seconde partie du volume est consacrée aux *Principes du calcul intégral*. Le Chapitre I traite de la recherche des fonctions primitives, sujet éminemment classique que l'auteur trouve, en quelque sorte, moyen de renouveler par l'élégante ordonnance qu'il y introduit et plutôt encore par le nombre et la variété des exemples dont il l'accompagne. Après avoir passé en revue les intégrales exprimables au moyen des fonctions élémentaires (y compris les intégrales abéliennes appartenant aux courbes unicursales ou de genre *zéro*), il aborde, dans le Chapitre II, le problème de la réduction des intégrales introduisant des transcendantes nouvelles. Il étudie ainsi successivement la réduction des intégrales hyperelliptiques, des intégrales elliptiques et des intégrales abéliennes appartenant à des courbes de genre *un*. Une mention spéciale peut être donnée à ce dernier morceau où brillent particulièrement les qualités de l'auteur. La suite des propositions par lesquelles il établit la réduction de toute intégrale abélienne de genre *un* à une intégrale elliptique constitue un véritable modèle d'élégance et de précision. Le chapitre se

termine par l'indication des intégrales réductibles au logarithme intégral.

Pour les intégrales définies, auxquelles est consacré le Chapitre III, M. Humbert a eu recours à une définition très nette, en même temps que très facile à saisir, due à M. Painlevé. Après quelques exemples de détermination analytique de telles intégrales, il montre comment cette notion s'introduit en géométrie par la recherche des aires planes, des arcs de courbe et des volumes.

Ayant supposé jusque-là que la fonction à intégrer était continue entre des limites d'intégration finies, l'auteur montre, dans le Chapitre IV, comment on peut étendre la notion de l'intégrale définie en s'affranchissant de ces restrictions. Il est inutile d'insister sur l'impeccable rigueur qu'il apporte en ces matières délicates, élucidées au moyen d'exemples bien choisis ; à citer notamment le curieux exemple qu'offre le n° 309 d'une intégrale finie bien que portant sur une fonction qui devient infinie une infinité de fois entre les limites choisies.

Diverses propriétés des intégrales définies sont examinées dans le Chapitre V. Elles visent l'intégration et la dérivation des séries, la dérivation sous le signe intégral, la série de Fourier. Notons au passage la façon dont l'auteur met en évidence la nécessité pour la série à intégrer d'être uniformément convergente (n° 314). En ce qui concerne la dérivation sous le signe intégral, un traitement rigoureux fait ressortir les difficultés de la question et apparaître en même temps des cas simples et étendus où la dérivation est légitime. A propos de la série de Fourier, le célèbre théorème de Dirichlet est simplement indiqué, l'auteur s'en étant tenu strictement sur ce point aux limites fixées par le programme de l'École. Le chapitre se termine par des notions sommaires, d'ailleurs bien suffisantes, relatives au calcul approché des intégrales définies.

La troisième partie est réservée aux *Applications géométriques*. Le Chapitre I contient la théorie du contact et des enveloppes, traitée de façon très complète et très serrée d'après les méthodes et avec les notations inaugurées par M. Jordan, ainsi que M. Humbert le déclare explicitement dans sa préface. Les deux Chapitres suivants sont consacrés respectivement aux courbes planes et aux courbes gauches, et c'est encore ici le lieu de souligner la forme sobre et condensée de l'auteur. Pour ne citer qu'un point de détail, on ne saurait ne pas être frappé de l'extrême simplicité de la détermination purement géométrique

donnée pour le rayon de la sphère osculatrice en un point d'une courbe gauche (n° 405).

Les trois derniers chapitres visent la théorie des surfaces. Après avoir fait connaître les expressions des infiniment petits fondamentaux, éléments d'arc ou d'aire, attachés à une surface représentée paramétriquement, M. Humbert en utilise les résultats pour l'étude de la courbure des surfaces. Il présente ainsi les propriétés fondamentales des lignes de courbure et des lignes asymptotiques sous la forme la plus générale, la plus propre à préparer l'étude des parties élevées de la Géométrie infinitésimale. De la façon la plus directe et la plus simple, il établit les théorèmes célèbres de Joachimstahl, de Sophus Lie et de Dupin, la démonstration du second de ces théorèmes étant particulièrement à signaler aux amateurs de géométrie. Il donne la définition des surfaces minima, ainsi que l'équation aux dérivées partielles qui la traduit analytiquement, et en effectue l'intégration dans le cas particulier des surfaces de révolution, pour lequel, comme on sait, la solution est fournie par la caténoïde. Il faut remarquer aussi l'étude purement géométrique, si nette et si simple, de la développée d'une surface, aboutissant à la détermination de la surface qui, associée à une autre surface, prise au hasard, constitue avec elle l'ensemble des deux nappes d'une développée de surface.

La représentation des surfaces les unes sur les autres termine le volume. La conservation des longueurs (qui entraîne celle des angles) conduit au problème des surfaces applicables les unes sur les autres, dont M. Humbert établit les équations fondamentales. A titre d'exemple simple, il démontre le théorème de Bour sur l'applicabilité des hélicoïdes sur les surfaces de révolution, et, après avoir énoncé le théorème général de Gauss, établit rigoureusement l'identité des développables avec les surfaces applicables sur un plan.

Alors que l'applicabilité d'une surface sur une autre exige une relation très particulière entre ces surfaces, la représentation conforme (correspondance point par point avec conservation des angles) peut avoir lieu entre deux surfaces choisies arbitrairement. Après avoir démontré ce théorème général, l'auteur s'attache au cas où l'une des surfaces est un plan, c'est-à-dire au cas des cartes géographiques, pour lequel l'ensemble de toutes les solutions possibles résulte du beau théorème de Riemann qui montre l'identité du problème des transformations isogonales du plan avec celui de la détermination des fonctions

d'une variable imaginaire. Application est faite de ces généralités à la sphère (ce qui conduit à l'introduction la plus naturelle des projections de Mercator et de Ptolémée), aux surfaces de révolution et à l'ellipsoïde.

Tel est, en ses grandes lignes, le Tome I du cours de M. Humbert. Solidité du fond, élégance de la méthode, sobriété de la forme, lumineuse clarté de l'exposition, toutes les qualités qui s'y rencontrent contribuent à en faire un ouvrage hors de pair, particulièrement marqué au sceau de l'esprit français, propre tout à la fois à séduire les étudiants par la remarquable facilité des voies qu'il ouvre devant eux et à charmer les maîtres par la rare perfection dont il leur offre le régal. Le livre de M. Humbert est du petit nombre de ceux dont on peut dire, du jour où ils paraissent, que leur place est d'ores et déjà marquée parmi les classiques.

P. P.

III

Essai sur l'Hyperespace, le Temps, la Matiere et l'Énergie, par Maurice Boucher, ancien élève de l'École Polytechnique. Un vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*, de 204 pages. — Paris, Félix Alcan, 1903.

Ce petit volume est d'une lecture fort intéressante, bien que n'ayant pas la prétention d'apporter des solutions vraiment neuves aux problèmes qu'il agite. A vrai dire, son unique sujet, c'est l'hyperespace, c'est-à-dire l'espace à plus de trois dimensions, tous les autres sujets abordés lui étant subordonnés au fond. Peut-être l'auteur aurait-il bien fait de marquer plus expressément qu'il n'y touchait que dans le but de mieux développer ce qui concerne l'hyperespace.

Nous savons très grand gré à M. Boucher d'avoir fait ressortir avec soin que l'étude d'un espace quelconque ne peut bien se faire qu'à la condition de l'envisager comme inclus dans d'autres espaces de degré supérieur, une foule de propriétés étant relatives à ces espaces et n'apparaissant pas lorsqu'on se borne à envisager l'espace étudié en lui-même. Il montre en particulier (et c'est une idée qui nous est chère) que le paradoxe des figures symétriques non superposables s'évanouit dès qu'on introduit

l'espace euclidien à trois dimensions dans un espace, également euclidien, à quatre dimensions, où il est retournable et qui permet dès lors d'opérer la superposition des figures symétriques.

L'exposé des thèses de géométrie générale est d'une exactitude qui mérite presque toujours d'être louée ; mais nous croyons devoir relever ce qui nous paraît une erreur, parce qu'il s'agit là d'une notion très souvent mal comprise et qui donne lieu aux plus fâcheux malentendus : il s'agit de la généralisation de la notion de courbure.

En géométrie euclidienne on définit la courbure d'une surface par l'inverse du produit des deux rayons de courbure principaux, la courbure étant positive ou négative selon que ces deux rayons sont de même sens ou de sens opposés. En particulier, s'il s'agit de surfaces à courbure constante, on a les sphères à courbure positive et les pseudo-sphères à courbure négative. Dans tous les cas, si l'on considère deux points d'une surface courbe, il existe une droite qui les joint et qui est à la fois extérieure à la surface et plus courte que la géodésique les joignant sur la surface même. Les rayons de courbure étant d'ailleurs situés dans l'espace à trois dimensions, en dehors de la surface, l'idée de courbure se trouve toujours associée à celle d'une troisième dimension, le plan, surface de courbure nulle, étant seul indépendant de cette troisième dimension.

C'est évidemment pénétré de ces notions usuelles que M. Boucher a dit : " On a été conduit à supposer que notre espace pourrait peut-être présenter une certaine courbure ; celle-ci serait alors nécessairement dans une direction différente des trois directions connues ; notre espace se trouverait ainsi contenu dans un espace orthogonal d'ordre supérieur, quatrième espace au moins, puisque l'idée de courbure d'un espace quelconque implique toujours une nouvelle dimension au moins, différente de celles de l'espace considéré (1) ".

Nous verrons tout à l'heure qu'une notion étroite de la courbure a ainsi conduit M. Boucher à une erreur formelle ; mais il nous faut montrer brièvement comment on a généralisé la dite notion.

Les rayons de courbure sont menés en dehors de la surface dans un espace à trois dimensions la contenant : ils ne peuvent donc, en principe, que définir une relation de la surface à cet

(1) Page 131.

espace, non une propriété intrinsèque de la dite surface. Mais Gauss a montré que la courbure intégrale d'un triangle formé sur une surface continue quelconque par trois lignes géodésiques, courbure définie d'abord au moyen de constructions à trois dimensions, est égale à la somme des angles de ce triangle diminuée de deux angles droits. Appliqué à une surface à courbure constante, ce théorème montre que la courbure en un point quelconque est égale au quotient de l'excès angulaire d'un triangle quelconque divisé par la surface de ce triangle, la courbure ayant le même signe que cet excès angulaire. Sans développer davantage (1), nous voyons apparaître une définition intrinsèque de la courbure d'une surface, et dès lors on conçoit qu'il puisse y avoir, en dehors d'un espace euclidien, des surfaces à courbure négative ne présentant rien qui ressemble à des rayons de courbure de sens différents. Or c'est précisément ce qui a lieu pour les plans de Lobatchevsky et ses hypersphères. Non seulement ces surfaces ne sauraient entrer dans un espace orthogonal (ou euclidien) à trois dimensions, mais ce sont les surfaces de moindre courbure en valeur absolue qui présentent au plus haut degré le caractère de surfaces courbes par rapport aux autres, et l'horisphère, sphère de rayon infini ou de courbure nulle, apparaît encore plus courbe que toutes les hypersphères. En d'autres termes, si nous prenons deux points sur un plan de Lobatchevsky et si nous les joignons par une droite de ce plan, puis par des hypercycles et un horicycle, celui-ci est le plus long, et les hypercycles sont d'autant plus courts qu'ils sont géodésiques d'hypersphères de plus forte courbure en valeur absolue. On voit combien la notion euclidienne de courbure est loin de ceci et à quel point elle égare quand on l'étend à un domaine où elle est inapplicable.

Mais c'est trop insister sur un détail qui n'ôte rien de sa valeur au reste de l'ouvrage. Au point de vue de la géométrie pure de l'hyperespace, nous devons d'ailleurs signaler un appendice où sont étudiées, d'après Stringham, les formes régulières des espaces supérieurs ou *polyédroïdes* réguliers. Nous nous serions bien aussi arrêté à ce que dit M. Boucher du livre ingénieux et paradoxal de M. Bonnel sur l'atomisme géométrique, mais il en parle trop sommairement pour qu'on puisse saisir clairement sa

(1) Voir, pour plus de détails, notre article sur la courbure et la distance en géométrie générale (Revue de Métaphysique et de Morale, mars 1896).

pensée sur une théorie à laquelle il se montre favorable sans admettre la conclusion, nettement hostile à la géométrie générale, qu'en tirait son auteur lui-même.

A mi-chemin entre la géométrie pure et la géométrie appliquée à notre univers, M. Boucher se pose la question de l'infinité de l'espace, question qu'il résout par l'affirmative. Ce n'est pas qu'il n'admette parfaitement la possibilité pour notre espace à trois dimensions d'être à courbure positive et par suite fini ; mais alors il est inclus dans un espace infini à quatre dimensions. Au point de vue purement idéal, il est certain que cette inclusion est possible, mais, inspiré par son idée de la courbure, l'auteur nous paraît attribuer une nécessité non justifiée à l'évocation d'un espace orthogonal de degré supérieur par un espace à courbure positive qui se suffit à lui même et est d'ailleurs aussi bien inclus dans un espace infini à courbure négative.

Au point de vue de la réalité, on ne sait trop à quelle conception il s'arrête, s'il fait de l'espace une réalité indépendante des phénomènes qui s'y développent ou s'il en fait seulement l'enveloppe idéale, en sorte que sa pensée apparaît un peu flottante.

Nous arrivons maintenant à la question de la réalité de la quatrième dimension, réalité contre laquelle nous n'avons aucun préjugé, mais qui aurait besoin d'être justifiée par de fortes raisons. Disons de suite que M. Boucher n'attribue pas à notre espace une quatrième dimension jouant un rôle analogue aux trois premières, et ajoutons qu'il nous paraît avoir absolument raison : si les phénomènes matériels se développaient dans un espace à quatre dimensions, alors même que nous n'en percevrions qu'une coupe par un espace à trois dimensions, nous devrions nous en apercevoir par la disparition des corps qui sortiraient de ce dernier et par leur réapparition inopinée. Mais l'auteur se demande, à la suite de M. Hinton (1), si l'on n'est pas fondé à admettre la réalité d'une quatrième dimension infiniment petite, ou mieux très petite par rapport aux dimensions pour nous perceptibles.

Il donne à l'appui de cette hypothèse la conception qu'a M. Kozlowski de la combinaison chimique, laquelle aurait lieu lorsque deux ou plusieurs corps occupent une seule et même place (2) : il y aurait, dit M. Boucher, superposition des atomes

(1) *Scientific romances.*

(2) *La combinaison chimique au point de vue de la connaissance* dans la BIBLIOTHÈQUE DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE PHILOSOPHIE DE 1900, t. III.

dans le quatrième espace. Mais son plus fort argument est emprunté au fait que la gravitation exerce son action sans subir aucune influence des corps interposés, fait qui s'expliquerait sans peine si elle se transmettait à travers l'épaisseur répondant à la quatrième dimension. Il faut bien reconnaître toutefois que, si les atomes ont eux mêmes une quatrième dimension, comme l'admet volontiers M. Boucher, et si de plus ils se superposent les uns aux autres dans les corps composés, la couche d'éther selon la quatrième dimension ne doit pas laisser d'être quelque peu encombrée elle-même. Il est vrai qu'on est toujours libre d'attribuer à cette couche une surépaisseur libre de tout encombrement.

Tout cela peut être ; mais, quelque dégagé que nous soyons de tout préjugé contre la quatrième dimension, il semble que c'est bien aventureux, et nous sommes plus porté à chercher la vérité dans des explications plus terre à terre, telles que celle qu'a essayée le P. Leray et dont M. Duhem a jadis entretenu les lecteurs de la Revue des Questions scientifiques.

A côté des questions visant spécialement l'hyperespace, il en est d'autres, telles que l'hypothèse d'un temps à deux dimensions. Qu'on ne se récrie pas trop : nous éprouvons bien quelque difficulté à concevoir ce que ce pourrait être, mais il y a tant de gens qui déclarent inconcevable une quatrième dimension de l'espace, alors que cela nous semble la notion la plus simple du monde. Or la multiplicité des dimensions d'une forme donnée d'extériorité facilite singulièrement la conception d'une dimension supplémentaire : celui qui connaît la perpendiculaire à une droite dans un plan peut concevoir une seconde perpendiculaire, même s'il n'en possède pas l'image; mais comment l'habitant d'une simple ligne droite concevrait-il une perpendiculaire ou en général une spatialité quelconque extérieure à cette droite ? Nous en sommes là avec le temps. Notons d'ailleurs l'idée ingénieuse qu'un être possédant cette intuition d'un temps à deux dimensions pourrait, pour ainsi dire, contempler simultanément, du point de vue de la deuxième dimension, les choses passées ou futures selon l'autre dimension, comme d'un point extérieur on peut apercevoir toute une droite.

Tout cela est fort aventureux ; mais le livre de M. Boucher n'en est pas moins d'une lecture très attachante et, presque toujours, d'une science très sûre.

G. Lechalas.

IV

NOTIONS FONDAMENTALES DE CHIMIE ORGANIQUE, par CH. MOUREU, professeur à l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris. Un vol. in-8° de 292 pages. — Paris, Gauthier-Villars. 1902.

Le livre de M. Moureu est un ouvrage éminemment didactique. Le but principal de l'auteur n'est pas de décrire un certain nombre de composés du carbone, d'indiquer leur préparation et leurs propriétés. Il veut plutôt initier le commençant à l'étude de la *science ;* c'est pourquoi il expose assez longuement les lois générales sur lesquelles on se base dans la détermination des formules brutes et rationnelles, les relations existant entre les divers groupes de composés carbonés, les principales méthodes synthétiques, bref, tout ce qui contribue à donner aux élèves une idée de l'ensemble de ce merveilleux édifice qui constitue la Chimie organique. Ce but que l'auteur s'est proposé, il l'a réalisé d'abord dans le choix des matières traitées, ensuite dans la disposition qu'il a adoptée et enfin dans la manière même dont il a traité les différentes questions. On en jugera par un court aperçu que nous donnerons des six chapitres que contient l'ouvrage.

Dans le premier chapitre M. Moureu établit les lois et les théories générales ; il commence par expliquer la différence qui existe entre la Chimie minérale et la Chimie organique. Relevons ici une phrase qui pourrait induire en erreur : " *La Chimie organique*, dit l'auteur, *est la Chimie de tous les composés du carbone ; tout composé du carbone est une matière organique* ". A ce titre le calcaire, la dolomie, pour ne citer que ces deux substances, devraient être regardés comme appartenant à la Chimie organique, ce que certainement personne n'admettra. La phrase est d'autant plus regrettable que son impression en caractères italiques la fait ressortir comme une définition.

Après avoir indiqué l'objet de la Chimie organique, l'auteur passe à la détermination des formules moléculaires des substances organiques. Dans ce but il donne d'abord très brièvement le principe de l'analyse élémentaire. Sans entrer dans la description des procédés employés, il se contente d'énumérer les principaux éléments à rechercher et d'indiquer les méthodes à suivre pour leur dosage. Pour passer de la composition centésimale

ainsi obtenue aux formules, M. Moureu expose ensuite les principes de la théorie atomique et l'hypothèse d'Avogadro.

On doit supposer l'élève qui aborde l'étude de la Chimie organique déjà familiarisé avec ces théories; c'est pourquoi on se contente d'ordinaire de rappeler la relation qui existe entre la densité de vapeur et le poids moléculaire. M. Moureu reprend l'exposé de ces hypothèses en détail et donne les arguments en leur faveur. Certes, cette manière d'agir est légitime ; mais dans ce cas, nous semble-t-il, il aurait dû rappeler aussi les trois lois des masses, comme il rappelle l'une d'elles, et la loi des proportions définies, comme il rappelle les lois des volumes. Nul doute qu'en ramenant l'attention sur ces lois au début, l'exposé même des hypothèses n'eût gagné en clarté. Ajoutons cependant que les différentes méthodes propres à déterminer les poids moléculaires indiquées par l'auteur — celles qui se basent sur les densités des vapeurs, l'abaissement du point de congélation et l'élévation du point d'ébullition — sont si peu mises en relation *directe* avec ces théories, qu'on aurait pu laisser celles-ci de côté sans grand désavantage.

Notons encore en passant une expression qui nous semble moins heureuse. L'auteur appelle *formules brutes* les formules du genre de $C_6 H_{12} O_6$ pour la glucose, $C_2 H_4 O_2$ pour l'acide acétique. Nous n'ignorons pas que M. Moureu suit l'exemple de plusieurs auteurs en appelant ainsi *formules brutes* " les formules qui représentent le nombre absolu de chaque espèce d'atomes contenus dans la molécule ". Il nous semble cependant que le nom de *formule brute* doit être attribué plutôt à la *formule minima* qui pour la glucose comme pour l'acide acétique est $C H_2O$, tandis que $C_6 H_{12} O_6$ et $C_2 H_4 O_2$ sont des *formules moléculaires*. Inutile de rappeler que, surtout en Chimie minérale, nous devons souvent nous contenter de la première espèce de formules, la détermination de l'autre étant impossible pour beaucoup de substances.

Dans la seconde moitié du premier chapitre l'auteur explique avec plus de détails les principes généraux de la Chimie organique, tels que la tétravalence du carbone, l'enchaînement des différents atomes de C dans la molécule, les phénomènes de substitution, les séries homologues, les fonctions chimiques et ainsi de suite. Toute cette partie est excellente et de nature à donner à l'élève une idée du caractère spécial que présentent les composés de la Chimie organique. De même les notions de stéréochimie qui terminent le chapitre sont fort bien exposées.

Peut-être trouvera-t-on que l'élève n'arrivera à comprendre pleinement ces notions générales qu'après avoir au préalable étudié un certain nombre de substances. Il nous semble qu'en Chimie organique on trouvera, en procédant comme le fait l'auteur, la même difficulté que rencontre le professeur qui commence son cours de Chimie minérale par l'exposé de toutes les lois, au lieu de les donner successivement et à propos de l'étude d'un corps qui lui fournit un exemple clair de l'application de la loi qu'il veut exposer. Il est vrai que la difficulté est moindre en Chimie organique parce que l'élève a déjà acquis, par une étude préalable de la Chimie minérale, une certaine connaissance des substances chimiques et de leurs transformations.

Dans les cinq autres chapitres de son livre, à partir de la page 61, M. Moureu étudie les principales classes des composés organiques. Qu'il nous soit permis de présenter encore une observation concernant l'ordre suivi. L'auteur traite dans le chapitre II tous les *hydrocarbures*, ceux de la série aliphatique comme ceux de la série cyclique. Dans les chapitres suivants, consacrés aux dérivés oxygénés et azotés, il procède d'une manière analogue. Il semble cependant que la division des composés carbonés en composés acycliques et cycliques est assez fondamentale pour rendre avantageuse l'étude séparée des deux séries. Nous n'insisterons pas sur ce point qui exigerait des développements dans lesquels nous ne pourrions entrer ici. Disons seulement que même et surtout au point de vue didactique, il nous semble absolument préférable de traiter d'abord les composés aliphatiques et ensuite les autres substances. Ainsi l'élève saisira mieux, à notre avis, les différences qui distinguent ces deux classes de combinaisons.

Si nous nous sommes permis quelques critiques de détail au sujet de la disposition des matières adoptée par M. Moureu, nous n'apprécions pas moins les qualités remarquables qui distinguent son livre. C'est une véritable introduction à la Chimie organique, considérée comme *science*, et un des rares ouvrages qui en donnent au débutant une idée nette. Ce n'est pas une revue aride de quelques composés, mais un exposé méthodique des principes fondamentaux qui sont ensuite appliqués aux phénomènes les plus importants, mis en lumière par l'étude des composés principaux, et où il faut louer et le choix judicieux des matières, et la clarté et la précision de la mise en œuvre, et le soin de coordonner les différentes parties. Si l'on ne trouve pas dans cet ouvrage les détails de la préparation des substances

organiques, c'est que l'auteur ayant toujours devant les yeux le but plus élevé qu'il s'est proposé écarte tout ce qui l'en détournerait. Par contre, on trouve dans ce petit volume l'étude de certaines substances que généralement on ne cherchera que dans des ouvrages plus volumineux ; tels sont les dicétones, l'acrose, les composés azoïques, les composés diazoïques de la série grasse, etc. Mentionnons tout spécialement le sixième et dernier chapitre traitant des composés hétérocycliques, qui est très intéressant et fort bien fait.

Ce que nous venons de dire du livre de M. Mouren montre suffisamment qu'il se distingue nettement des nombreux manuels qu'on trouve dans les mains des élèves et qui tous se ressemblent. *Les Notions fondamentales de Chimie organique* constituent un ouvrage original, vraiment didactique et scientifique, auquel nous souhaitons un succès bien mérité.

H. De Greeff, S. J.

V

Abrégé de Géologie, par A. de Lapparent, membre de l'Institut, professeur à l'École libre des Hautes-Études. Cinquième édition, entièrement refondue et augmentée de 120 pages, avec esquisses des anciennes mers. Un volume in-16. — Paris, Masson et Cie, 1903.

Ce n'est pas sans émotion que nous présentons pour la première fois aux lecteurs de la Revue un ouvrage de notre maître M. de Lapparent ; ces présentations avaient échu jusqu'ici dans ces colonnes à de la Vallée Poussin dont la Géologie belge ressent si vivement la perte récente.

Le titre de l'ouvrage ferait croire qu'il ne s'agit que d'une simple mise au point de l'*Abrégé*. La vieille formule " entièrement refondue et considérablement augmentée „ n'a pour le coup rien d'exagéré. Bien au contraire, elle est trop modeste ; c'est bien plutôt un ouvrage nouveau qu'une nouvelle édition.

Jusqu'ici l'*Abrégé* s'était contenté d'être le raccourci du grand *Traité* de M. de Lapparent. Conçu sur le même plan il s'attachait simplement à grouper les faits les plus saillants parmi tous ceux dont l'ouvrage général offrait la mine inépuisable. C'était, il faut l'avouer, assez ingrat pour les débutants surtout, que de devoir

parcourir ce répertoire si serré et si technique afin d'en dégager une vue synthétique. Incapable de fournir ce travail, le commençant était aisément rebuté par l'aridité inhérente au plan adopté au lieu d'être gagné par les attraits de la science nouvelle.

Depuis longtemps M. de Lapparent avait senti le besoin de faire participer son manuel aux progrès de la science géologique dont avait toujours tenu compte son *Traité*. Le succès de ses ouvrages — surprenant, s'il n'était dû à la science et au talent de l'éminent auteur — fut seul cause du retard apporté au perfectionnement de l'*Abrégé*. Ce retard était surtout devenu sensible lorsqu'en 1900, dans la quatrième édition du *Traité*, la description des époques sédimentaires avait été totalement transformée : d'abord par l'introduction des données paléo-géographiques, ensuite par l'adoption de l'*étage*, au lieu du *système*, comme unité de description.

Depuis lors, heureusement, l'auteur eut le loisir de " digérer " les documents accumulés par le labeur infatigable de quatre éditions de son *Traité*. Il les a synthétisés et leur a donné corps dans le présent ouvrage, dans autant de récits (quarante) qu'il y a d'époques dans l'histoire sédimentaire du globe. " Récit " n'est pas trop dire : après un coup d'œil d'ensemble où l'auteur caractérise par quelques traits les grandes lignes de l'*étage*, il passe en revue les divers compartiments géographiques où — comme autant d'épisodes — les actions sédimentaires ont synchroniquement édifié les divers dépôts. Quelques pages ordinairement illustrées d'une esquisse paléo-géographique permettent au plus novice des lecteurs de se faire une idée précise de l'état que présentaient les terres explorées à chaque moment de l'histoire géologique de notre planète.

Relevons en passant l'heureuse simplification apportée à l'exposé des périodes oligocène et pliocène. Peut-être que les progrès de l'observation ramèneront un jour à une conception plus simple aussi, les nombreuses divisions encore admises pour toute l'ère secondaire, voire pour le début de l'éogène.

S'il nous était permis d'exprimer un désir pour l'édition prochaine, ce serait de voir multiplier les figures au cours de l'exposé. La surcharge toujours croissante des programmes oblige trop souvent l'élève en géologie d'aborder l'étude de sa branche sans préparation suffisante au point de vue zoologique et botanique. De là les noms des êtres fossiles, fussent-ils même accolés à celui de leur famille naturelle, ne sauraient évoquer

une idée, à moins d'être accompagnés de la reproduction graphique des types signalés. Il faudrait, à notre sens, qu'une espèce au moins des genres nécessairement cités dans un manuel fût figurée au cours de l'ouvrage et que chaque fois qu'il en est besoin un système de renvois — voire une table alphabétique des figures — renseignât le lecteur. Il ne serait même point inutile que certains signes conventionnels indiquassent l'habitat des animaux et des plantes, afin de familiariser l'étudiant avec l'idée de *facies* si précieuse pour préciser le détail des restitutions paléo-géographiques.

Si nous insistons sur le perfectionnement remarquable de la partie stratigraphique de l'*Abrégé*, ce n'est pas à dire qu'elle seule ait subi un heureux remaniement. M. de Lapparent n'est pas homme à mesurer sa peine pour l'amélioration de ses ouvrages. Le livre premier aussi bien que les derniers chapitres de l'*Abrégé* — à peine augmentés de vingt pages — ont subi une refonte où se remarque le coup d'œil du professeur soucieux de logique et de clarté.

Tel qu'il est maintenant sorti des presses, l'*Abrégé*, nous en avons le ferme espoir, deviendra d'un usage de plus en plus courant, non seulement pour orienter les débutants qui n'auront pas besoin de lire autre chose que les généralités propres à chaque période, mais aussi pour servir de *compendium* aux spécialistes : car ceux-ci y trouveront un cadre très succinct mais très complet, dans les divers compartiments duquel il leur sera facile de ranger toutes les notions de détail qu'ils acquerront dans la suite de leurs travaux.

G. Schmitz, S. J.
Professeur de Géologie.

VI

Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès-sciences naturelles, par Robert de Sinéty. Un vol. in-4° de 164 pages, avec 4 planches doubles, et une planche en photographie. — Lierre, Joseph Van In & Cie, 1901.

Ce beau mémoire n'a pas seulement valu au R.P. de Sinéty, S.J. le titre de docteur, il lui a mérité les lauriers académiques ; le

prix Thore vient, en effet, de lui être décerné par l'Académie des Sciences de Paris. Nous empruntons l'analyse suivante à M. Giard, rapporteur de la commission (1).

" ...Ce travail contient plus que son titre ne promet, car l'auteur y a publié de précieuses données sur la spermotogenèse des principales familles d'Orthoptères. Il répond aussi d'une façon très large au programme du prix Thore, puisque, à côté de résultats fort importants obtenus en France par l'éducation et l'observation en captivité de Phasmides exotiques, M. de Sinéty nous apporte une foule de faits intéressants relatifs à des insectes d'Europe : *Bacillus Rossii* et *gallicus*, *Leptynia attenuata*, etc.

„ La parthénogenèse est connue depuis quelques années déjà chez divers Orthoptères et particulièrement chez les *Bacillus*. On avait même observé que cette parthénogenèse est généralement thélytoke, c'est-à-dire que les produits nés sans fécondation appartiennent au sexe femelle. M. de Sinéty est allé plus loin. Par des expériences délicates poursuivies pendant trois années, il a montré que chez *Leptynia attenuata* le spermatozoïde est le déterminant du sexe mâle. C'est là un résultat bien surprenant et tout à fait opposé à ce que nous connaissons de la parthénogenèse chez les Abeilles. Chez les Phasmides, où les mâles sont normalement nombreux, la non-fécondation entraîne comme conséquences secondaires une réduction de la ponte globale et un abaissement du taux des éclosions.

„ Dans un autre ordre d'idées, M. de Sinéty nous signale un fait biologique non moins inattendu : un mélanisme prononcé peut être provoqué chez *Dixippus morosus* par le séjour à l'obscurité. On sait que, en général, les animaux élevés à l'abri de la lumière présentent, au contraire, une tendance plus ou moins grande à la disparition des pigments.

„ Jusque dans ces dernières années, l'anatomie interne des Phasmes était peu connue. Nos espèces indigènes, par leur petite taille, se prêtent mal à la dissection, et l'étude par coupes d'animaux à revêtement chitineux très épais est aussi fort difficile. M. de Sinéty ne s'est pas laissé décourager par ces obstacles : il a d'ailleurs confirmé les résultats qu'il avait obtenus chez *Bacillus* et *Leptynia* par l'examen d'espèces exotiques de plus grandes dimensions et nous a révélé beaucoup de détails curieux sur l'organisation de ces animaux.

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXXV, nº 25 (22 décembre 1902), pp. 1205-1207.

„ L'épithélium du jabot, impropre à l'absorption, sert à l'accumulation de graisse de réserve. Les tubes de Malpighi sont de deux espèces qui se distinguent l'une de l'autre par des caractères embryogéniques, anatomiques et physiologiques. Des carbonates calcaires se trouvent parmi les concrétions d'une espèce de tubes, et chez les femelles seulement.

„ Les formations massives paires, connues sous le nom de *ganglions pharyngiens antérieurs* et décrites par les auteurs comme des centres nerveux, sont un appareil de soutien et un intermédiaire d'innervation pour l'aorte, qui se termine, comme chez les Diptères, par une sorte de lame voûtée.

„ Je passe sur les constatations nouvelles de M. de Sinéty relativement aux membranes trachéolaires et aux organes génitaux, pour signaler plus spécialement les conclusions tout à fait remarquables que lui a fournies l'étude de la spermatogenèse des Orthoptères.

„ Contrairement aux idées admises par la plupart des embryologistes, les processus des *divisions réductrices* se sont montrés de tout point semblables à ceux que Guignard et Strassburger ont décrits pour les végétaux. Il n'y a pas de division *réductionnelle* au sens de Weismann, mais les groupes quaternes doivent leur origine à une double division longitudinale des chromosomes dans les spermatocytes de premier ordre. L'insertion des groupes quaternes sur le fuseau achromatique peut affecter plusieurs modalités qui dépendent de leur forme et de leur longueur; les différences d'interprétation qui séparent les auteurs tiennent à ce qu'ils ont négligé ce fait fondamental. Gallardo a déjà insisté, d'ailleurs, sur les erreurs qui résultent de la tendance de beaucoup de cytologistes à ne pas chercher à construire dans l'espace les figures cinétiques que le microscope leur fournit en projections.

„ Enfin, M. de Sinéty a retrouvé dans les cellules sexuelles de divers Orthoptères (Acridiens, Locustiens, Grylloniens, Phasmes), le chromosome spécial découvert par Wallace (1900) chez une Araignée et par Montgomery (1901) chez de nombreux Hémiptères. Il a démontré que chez un Locustien (*Orphania*) ce chromosome ne se divise pas à la première cinèse sexuelle, mais passe intégralement dans un des spermatocytes de second ordre de sorte que, sur quatre spermatides formant la descendance d'un spermatocyte, deux se trouvent privilégiés. Il en résulte que, malgré la forme extérieure en apparence iden-

tique, il y a chez ces animaux des spermatozoïdes de deux espèces différentes.

„ La découverte de M. de Sinéty prend, ce nous semble, une signification nouvelle, si on la rapproche des belles recherches toutes récentes de Mewes et si l'on songe au double rôle que le spermatozoïde doit jouer dans la fécondation : 1° comme agent cinétique déterminant la division de l'œuf ; 2° comme élément destiné à l'apport des plasmas ancestraux. N'est-il pas permis de supposer que ce double rôle peut, dans certains cas, par division du travail, être partagé entre des éléments spermatiques de constitution différente ? „

VII

La théorie de l'Emotion, par William James, précédée d'une introduction par le Dr Georges Dumas. Un vol. in-18 de 169 pages de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* — Paris, Félix Alcan, éditeur, 1903.

Les lecteurs de la Revue des Questions scientifiques n'ont pas besoin qu'on leur expose à nouveau la conception générale connue sous le nom de théorie de James-Lange sur les émotions, car il leur en a été déjà plusieurs fois parlé (1). Il suffira de rappeler qu'elle se résume dans l'affirmation que l'émotion est l'effet des changements organiques, musculaires et viscéraux, qui constituent ce que l'on considère généralement comme étant son expression.

Aujourd'hui M. le Dr Dumas, qui, en outre de ses travaux originaux, nous avait donné précédemment une traduction du livre fondamental de Lange sur *les Émotions*, nous en présente une des écrits de William James sur la même théorie.

Ces écrits sont au nombre de trois : d'abord un article du Mind, de 1884, ayant pour titre " Qu'est-ce qu'une émotion ? „, puis le chapitre XXIV des " Principes de psychologie „ et enfin un article de Psychological Review de septembre 1894 sur " la Base physique de l'émotion „. Pour éviter des redites, le Dr Dumas n'a donné qu'un extrait de l'article du Mind, mais on ne peut

(1) *Théorie physiologique des émotions,* octobre 1897, par Lechalas. *L'envers de la joie et de la tristesse*, juillet 1899, par Van Biervliet. Compte rendu de *La tristesse et la joie* du Dr Dumas, octobre 1900, par Lechalas.

s'empêcher de le regretter au point de vue de l'intérêt historique, car c'est là l'œuvre essentiellement originale.

Dans son intéressante introduction, le Dr Dumas place William James bien au-dessus de Lange, et, en effet, il a eu le mérite d'être moins exclusif en ne limitant pas aux phénomènes vasomoteurs l'origine des émotions, en même temps qu'il spécifiait mieux le caractère périphérique des conditions de l'émotion. Mais, à notre gré, la thèse plus compréhensive de James se présente avec une généralité telle qu'elle apparaît comme dénuée de justification précise, tandis que Lange serre les questions de plus près et prépare ainsi mieux des travaux de détail comme la thèse du Dr Dumas sur la tristesse et la joie.

Après ces quelques réflexions générales, nous nous bornerons à signaler quelques détails qui nous ont particulièrement intéressé.

Voici d'abord une sorte de démonstration indirecte de la théorie. Les physiologistes qui ont exploré si industrieusement le cerveau y ont trouvé des éléments de sensation, d'association et de motricité : on dirait que les émotions ont été oubliées dans ces recherches. Mais, à moins qu'on ne soutienne que les émotions n'ont pas de phénomènes cérébraux correspondants, il faut bien que ces phénomènes aient pour siège des centres spéciaux ou qu'ils consistent dans des processus survenant entre les centres moteurs et les centres sensitifs. La première hypothèse paraît contredite par la physiologie. Dans la seconde, on a à se demander si le processus émotionnel qui se produit dans un centre sensitif ou un centre moteur est absolument particulier ou s'il ressemble aux processus ordinaires de perception qui ont leur siège dans ces centres. Or, cette dernière supposition fournit sans aucun postulat nouveau l'explication de l'émotion. Qu'une partie corticale vienne à être excitée soit par suite de l'action d'un objet extérieur soit par un processus intérieur, l'objet est perçu ou son image est suscitée par l'excitation intérieure. " Prompts comme l'éclair, les courants réflexes descendent à travers leurs voies préétablies, modifiant l'état des muscles, de la peau et des viscères, et ces modifications perçues, comme l'objet original, en autant de parties du cortex, se combinent avec lui en un état de conscience et le transforment, d'un objet simplement représenté, en un objet senti émotionnellement (1). „

James touche à la question tant discutée de la mémoire affec-

1) Page 106.

tive. Nous pouvons nous souvenir, dit-il, que nous avons éprouvé du chagrin ou de l'enthousiasme, mais non pas exactement *comment* nous l'avons ressenti. Mais cette difficulté de la reviviscence *idéale* des émotions serait compensée par une reviviscence *réelle:* nous suscitons de nouveaux chagrins, de nouveaux enthousiasmes en évoquant une idée vive de la cause qui les a excités (1). Nous ne saurions entrer ici dans la discussion de ce problème subtil de la distinction entre la reviviscence idéale et la reviviscence réelle; mais nous tenons à signaler une étude bien intéressante, publiée par M. Paulhan, dans la REVUE PHILOSOPHIQUE de décembre 1902. Il y montre que la mémoire affective ressemble beaucoup plus qu'on ne le croit généralement à la mémoire intellectuelle. Quand un sentiment s'harmonise avec notre moi actuel, il revit réellement; mais, s'il s'agit d'un sentiment éteint depuis longtemps, qui n'est plus en rapport avec l'ensemble de nos habitudes de penser, de sentir et d'agir, nous pouvons nous en souvenir très vivement sans que le sentiment renaisse réellement : certaines circonstances extérieures, un livre lu jadis et mis à l'écart, une ressemblance quelconque évoquent des émotions qui se rapportent à un moi qui n'est plus le mien, que je me représente vivement, sans qu'il leur soit possible de renaître au sens propre du mot. Ce sont là des cas de mémoire affective vraie.

Mais laissons cette question spéciale pour montrer James défendant sa théorie contre le reproche de matérialisme. " Elle n'est, dit-il, ni plus ni moins matérialiste que toute autre vue d'après laquelle nos émotions sont conditionnées par des processus nerveux. Vraisemblablement, nul lecteur de ce livre ne s'inscrira en faux contre cette assertion, tant qu'elle restera exprimée en termes généraux: et s'il y a, malgré tout, quelqu'un pour trouver du matérialisme dans la thèse que je défends en ce moment, ce doit être en raison des processus spéciaux invoqués. Ces processus sont de l'ordre de la *sensation;* ils sont dus à des courants internes provoqués par des événements physiques. De tels processus ont, il est vrai, toujours été regardés par les platonisants en psychologie comme ayant quelque chose de particulièrement bas. Mais nos émotions doivent toujours rester intérieurement ce qu'elles sont, quelle que soit la cause physiologique de leur apparition. Si ce sont des faits spirituels, profonds, purs et dignes, abstraction faite de toutes les théories qu'on peut

(1) Page 107.

concevoir sur leur origine physiologique, elles ne resteront pas moins profondes, pures, spirituelles et dignes d'estime dans la présente théorie à base de sensation. Elles portent avec elles leur propre mesure intérieure de mérite, et il est tout aussi logique de se servir de la présente théorie des émotions pour prouver que des processus de sensations ne sont pas nécessairement vils et matériels, que de s'appuyer sur leur bassesse et leur matérialité pour prouver qu'une semblable théorie ne peut être vraie (1). „

Sous une autre forme, le Dr Dumas dit à peu près la même chose en soutenant que le débat est bien plus entre les physiologistes eux-mêmes qu'entre les physiologistes et les intellectualistes, et qu'il consiste à savoir, non pas si le sentiment est autonome par rapport au corps, mais simplement s'il est tout entier d'origine périphérique ou partiellement cérébral (2). C'est ce que nous avons dit nous-même dans les termes suivants : “ Le véritable débat ne porte pas sur l'ordre de succession d'un phénomène psychique et d'un phénomène physiologique, mais sur celui de deux phénomènes physiologiques, l'un cérébral et l'autre périphérique „ (3). Nous ne saurions souhaiter trop vivement que la question soit ainsi dégagée de tout caractère métaphysique, car c'est à cette condition qu'elle sera étudiée sans parti pris en un sens ou dans l'autre.

G. Lechalas.

VIII

L'idée d'Évolution dans la nature et l'histoire, par Gaston Richard, chargé du cours de sociologie à l'Université de Bordeaux. Un vol. in-8° de IV-406 pages de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*. — Paris, Alcan, 1903.

Le nouvel ouvrage de M. Richard, présenté sous forme de mémoire à l'Académie des sciences morales et politiques, y a obtenu en 1901 le prix Crouzet, sur le rapport de M. Ribot. C'est une œuvre profondément pensée, mais dont un certain défaut

(1) Pages 66 et 67.
(2) Pages 40 et 41.
(3) *Études esthétiques*, page 146.

de clarté et une sorte d'abstraction, ou mieux de généralité continue, rend la lecture quelque peu fatigante. Essayons d'en donner une idée suffisamment fidèle.

M. Richard cherche constamment l'application de la méthode génétique, dont il dit : " La méthode génétique est une recherche dont l'objet est de rattacher un phénomène à une série dans la durée au lieu d'y voir le terme d'un rapport quantitatif dans l'espace. Elle tend donc à une connaissance abstraite. Tout processus naturel se présentant à nous comme une série chronologique irréversible, la méthode génétique est la seule qui soit applicable à l'étude des processus. „

L'idée d'évolution semble d'abord répondre exactement aux exigences de cette méthode : elle serait l'idée même de la science expérimentale mise au niveau de la philosophie critique.

Or le nom même de l'évolution évoque l'idée d'un système qui contredit point par point une telle conception. Pour Spencer, l'évolution est le nom de la loi qui rendrait compte de l'apparition des phénomènes et de leurs relations dans le temps et l'espace. Cette loi est un corollaire déduit *à priori* du principe de la conservation de l'énergie, qui apparaît lui-même, non comme un résumé des lois empiriques de la nature, mais comme un principe constitutif de l'expérience. Le système évolutionniste prétend donner une satisfaction complète au besoin d'unité qui agite l'esprit humain, et ainsi il apparaît comme absolument opposé au criticisme, en même temps qu'il se rattache au spinozisme.

Si maintenant nous considérons la formule qui sert à définir le progrès dans la philosophie évolutionniste (passage de l'homogène à l'hétérogène), nous serons amenés à reconnaître qu'au fond la notion de l'homogène n'est autre que celle de l'espace géométrique, et le passage de l'homogène à l'hétérogène la construction *à priori* de figures géométriques de plus en plus complexes, en sorte que l'évolutionnisme impose à l'expérience et à la méthode génétique une théorie mathématique de l'univers : il arrive ainsi à se confondre avec le mécanisme, lequel, dit M. Richard, mesure les phénomènes mais n'explique rien. C'est d'ailleurs cette réduction au mécanisme qui, par l'intermédiaire de la réversibilité, a imposé à l'évolutionnisme la certitude de la dissolution comme conséquence de l'évolution elle-même (1).

(1) Signalons un article intéressant de M. L. Fredey dans la Revue scientifique du 7 février 1905, dans lequel, étudiant l'évolution spencé-

Le mécanisme, et par suite l'évolutionnisme, prétend déduire l'explication des états de conscience des propriétés de l'organisation et celle de la vie des propriétés de la matière inorganique ou du mouvement. C'est cette conception que M. Richard entend soumettre à la critique en cherchant si l'application de la méthode génétique aux différents processus naturels ne suppose pas l'usage de concepts en contradiction avec ce principe de l'évolutionnisme : c'est ce qu'il fait par l'examen successif du problème biologique et du problème psychologique et sociologique.

" L'étude génétique du processus organique, dit M. Gaston Richard, implique l'idée de la variabilité des espèces et est inconciliable avec l'idée de la fixité des types. „ Mais les écoles transformistes, notamment celle de Darwin, sont nées en une période de réaction violente contre le vitalisme et l'animisme ; d'où leur tendance vers des conceptions mécaniques, bien que leurs représentants se montrent tour à tour vitalistes, organicistes ou mécanicistes selon les besoins de la cause. Quoi qu'ils en aient, il faut aborder nettement la question, que l'on peut poser ainsi : L'adaptation n'est-elle, selon la formule de Spencer, qu'une *équilibration* soumise à toutes les lois de la mécanique et de la physique, bien que dans des conditions qui nous sont encore inconnues ? Résulte-t-elle seulement de l'action prolongée des forces incidentes sur la plasticité de la matière organique?

L'auteur répond par la négative à cette question. La spécification des organes est toujours consécutive à celle des fonctions : ce n'est que dans les embryons des animaux supérieurs qu'on voit l'organisme se différencier en vue de fonctions futures. Or l'apparition d'une fonction nouvelle n'est pas une simple réaction de l'organisme opposée à une excitation extérieure : elle dérive de la propriété physiologique élémentaire, c'est-à-dire de l'irritabilité et de la contractilité, et la réaction contre un agent physique n'est pas toujours proportionnelle à l'excitation.

La réaction purement mécanique à une trop faible pression atmosphérique, c'est la convulsion qui accompagne l'asphyxie ou la fuite vers un milieu plus favorable ; mais, des lapins de la plaine étant portés au sommet du Pic du Midi et s'y reproduisant sept années consécutives, le sang de ces lapins de montagne renferme presque le double de fer et absorbe bien

rienne et la science, l'auteur, nullement hostile au transformisme, se prononce nettement contre cette évolution.

plus puissamment l'oxygène : voilà l'adaptation due à un travail physiologique interne dont aucune loi mécanique ne peut rendre compte.

Ainsi en est-il du développement des fœtus, qui nous montre une différenciation rapide de fonctions et d'organes, bien que l'action des forces incidentes soit à peu près nulle ou ne s'exerce que très indirectement.

Renonçant à nous arrêter sur la question de l'hérédité, nous noterons la critique du darwinisme fondée sur ce que le grand transformiste renonce à établir la concordance de la sélection et de la division du travail, ce qui serait la tâche même d'une théorie transformiste.

Moritz Wagner a bien montré l'impuissance de la sélection naturelle et sa réfutation par les faits : la lutte pour l'existence sévissant surtout entre individus de la même espèce là où ils sont groupés avec le plus de densité, c'est là que sa force créatrice devrait se manifester avec le plus de puissance, et c'est ce que démentent les faits. Aussi Wagner est-il amené à faire jouer un grand rôle aux phénomènes de conscience, auxquels Darwin a recours lui-même quand il étaie la sélection naturelle au moyen de la sélection sexuelle.

Le rôle de la conscience apparaît tout particulièrement dans les travaux de certains néo-darwinistes : ce n'est pas tant la complication anatomique que l'aptitude à vivre en société qui assure la prospérité d'une espèce. Or cette vie en société a pour résultat de supprimer la lutte entre les semblables, qui est la plus ardente ; elle devrait donc tarir la source de l'adaptation si celle-ci n'avait d'autres facteurs que la lutte.

Le développement du système nerveux a correspondu, maint fait le montre, à la nécessité imposée aux animaux de s'adapter aux variations croissantes de la température, et cette induction doit faire préférer la thèse de l'adaptation directe et spontanée à celle de l'équilibration directe ou indirecte. En ce qui concerne les instincts, Romanes a distingué, avec raison, les primaires et les secondaires. Ceux ci, n'étant que des habitudes héréditaires formées par l'expérience, ont une extrême plasticité, tandis que les premiers sont des façons de réagir inséparables de la structure animale. Le rôle de la conscience est évident dans la formation des habitudes héréditaires, si tel est bien le caractère des instincts secondaires (1). Il apparaît d'ailleurs dans la genèse

(1) A ce sujet, nous croyons devoir signaler une hypothèse bien intéressante de M. Edmond Perrier pour expliquer les précautions que

du cerveau, sur laquelle les travaux de Flechsig ont jeté tant de lumière.

A l'évolution le mécanisme évolutionniste oppose partout la dissolution, et il prétend en trouver un exemple dans la loi de régression biologique ; mais cette loi n'apparaît aucunement comme un corollaire d'une loi de dissolution universelle : elle ne fournit aucune prévision scientifique précise, et en présence d'un cas de régression le savant ne sait s'il y aura extinction de la famille à la quatrième génération ou si les fonctions troublées se régénéreront. La régression n'est que la destruction de l'adaptation par symbiose et n'aurait pas de sens pour celui qui repousserait la finalité organique.

M. Richard conclut enfin la partie biologique de son travail dans les termes suivants :

" L'évolutionniste est donc obligé ou de reconnaître que la conscience est partout et toujours inséparable de l'évolution d'un appareil qui réagit sur l'organisation animale tout entière, ou d'être infidèle à sa méthode.

„ Donc, si l'on ne veut pas abandonner l'idée de l'unité de plan et créer un nouvel hiatus entre la plante et l'animal, entre l'invertébré et le vertébré, il faut admettre que les fonctions qui président à la création de l'encéphale sont à l'état latent dans les organismes inférieurs. Après avoir admis la spontanéité vivante et la finalité organique immanente, il faut reconnaître que la conscience et la spontanéité sont deux aspects inséparables

prennent certains insectes pour assurer l'avenir des larves devant naître de leurs œufs, alors que leur courte vie ne leur a pas permis de recevoir des leçons de la génération précédente, et que la formation même de l'instinct semble rendue impossible par le fait que ces insectes ne peuvent observer les résultats de leurs précautions. M. Perrier fait remarquer que, durant les époques géologiques passées, durant l'époque tertiaire notamment, les insectes ont dû vivre beaucoup plus longtemps qu'aujourd'hui. Rien ne s'opposait alors à la formation progressive d'instincts qui nous paraissent inexplicables. La durée de la vie venant à se réduire sous l'influence des changements survenus dans les conditions extérieures, toute cause modificative de ces instincts a disparu, et c'est ainsi que nous sommes en présence d'instincts immuables, figés pour ainsi dire à un moment quelconque de leur formation, en sorte qu'à côté d'une espèce en présentant un arrivé à un degré extraordinaire de perfectionnement, nous en constatons d'autres qui semblent des instincts en voie d'évolution et qui pourtant n'évoluent pas (voir, dans le Bulletin de l'Institut psychologique international, 1900-1901, une conférence de M. Perrier et, dans la huitième Année psychologique, une lecture faite par lui devant les cinq académies).

d'une même réalité. L'un est l'aspect naturel et objectif, l'autre l'aspect formel et subjectif.

„ Le dualisme qui affirme la possibilité d'une conscience en quelque sorte désincorporée et le mécanisme qui professe que les corps organisés sont étrangers à toute spontanéité et à toute finalité succombent donc l'un et l'autre devant le témoignage de la méthode génétique, mais le dualisme et le mécanisme sont deux conséquences nécessaires d'une même conception de la science et de la méthode, conception qui unifie la diversité des phénomènes en ramenant la qualité à la quantité, l'hétérogène à l'homogène. „

Si de la biologie on passe à la sociologie, l'évolutionnisme, combinant les idées de métamorphose et de continuité, aboutit à l'assimilation des sociétés aux corps vivants. L'évolution sociale n'est plus alors que le prolongement des variations d'organismes astreints à s'associer pour s'adapter aux conditions de l'existence. On oublie ainsi les problèmes de la psychologie sociale au risque d'absorber définitivement la psychologie dans la biologie, le superorganique dans l'organique. Selon M. Richard, si le progrès est l'œuvre des esprits mécontents du monde qui leur est donné, pour être fécond ce mécontentement doit aboutir à une activité volontaire, dirigée par des idées élaborées et élucidées : le mécontentement simple des besoins organiques ne conduit qu'à des convulsions populaires sans lendemains.

Dans son ensemble, cette thèse nous paraît juste et développée avec talent ; mais parfois l'auteur se laisse entraîner à des exposés singulièrement systématiques et étroits. Parlant, par exemple, de l'arrêt de développement en psychologie sociale, il lui trouve deux grands facteurs, l'égoïsme collectif et la suggestibilité. Assurément, l'attachement exclusif aux intérêts d'un groupe et l'abdication de toute critique devant l'influence dominatrice d'autrui causent de grands maux et arrêtent le progrès. Mais il ne faudrait pas croire que tout mal vient de là, ni que tout égoïsme collectif est mauvais, que toute impulsion reçue d'autrui est malsaine. L'égoïsme personnel est nécessaire dans une certaine mesure, mais devient désastreux quand il domine ; la première forme de l'altruisme se trouve dans la sympathie pour les personnes qui nous entourent, qui forment avec nous des groupes plus ou moins étendus. S'il s'arrête là, il avorte et devient l'égoïsme collectif, poursuivi par M. Richard ; mais cet égoïsme n'est condamnable, comme l'égoïsme individuel, que s'il rend hostile à ce qui n'est pas son objet. Dans l'impossibilité

où nous sommes de faire le bonheur de l'humanité entière, il est fort bon que nous travaillions à celui d'un groupe plus restreint.

Bien loin de cette manière de voir, M. Richard, dépassant sans doute sa pensée réelle, semble voir positivement un ennemi essentiel dans tous les groupes, familles, églises, armées, patries. Quant à la suggestibilité, il y verrait l'origine de tout le mal, car c'est à elle qu'il attribue la pénétration de l'esprit collectif dans la conscience individuelle. Certes, nous reconnaissons avec lui qu'il n'y a pas de progrès sans la critique : mais croit-il que les résultats de la critique peuvent pénétrer dans la masse de l'humanité sans la suggestion ? Croit-il que la nature des choses n'impose pas *à tous les hommes*, dans leur enfance, de subir dans une énorme proportion la suggestion de ceux qui les entourent ? Que cette influence d'autrui sur nos actes et nos croyances soit pleine de dangers auxquels il est bon de veiller, qui songe à la nier ? Mais aussi qui peut songer à en délivrer l'humanité, alors qu'on ne conçoit pas comment elle pourrait vivre sans cette action instinctive des hommes les uns sur les autres ?

Nous regrettons de ne pouvoir insister davantage sur la partie sociologique de l'ouvrage de M. Richard, car elle est du plus haut intérêt. L'idée inspiratrice de son livre, c'est-à-dire le rôle prééminent de la conscience, nous paraît beaucoup plus près de la vérité que la théorie qui ne veut y voir qu'un épiphénomène sans portée ; mais il nous semble souvent faire trop peu de cas des explications tirées de l'ordre de la quantité. Les succès remportés par les mathématiques dans les sciences physico-chimiques, puis ceux de ces dernières dans les sciences biologiques sont tels qu'il nous paraît impossible de les rejeter comme sans rapport avec la nature intime des choses.

G. Lechalas.

IX

L'Amour sain, par le Dr Surbled. Un volume petit in-8° de 208 pages. — Paris, A. Maloine, 1903.

Ce livre, l'auteur nous en prévient lui-même en tête de son *Avertissement*, n'est pas fait pour les jeunes gens, encore moins pour les jeunes filles. Il est destiné aux pères et mères de

famille, aux jeunes ménages, aux gens mariés, en un mot, et exclusivement à eux.

La question de l'amour d'un sexe à l'autre n'y est pas envisagée à ce point de vue esthétique et idéal (comme les amours du Dante et de Béatrix, ou de Gaétano et de Rosa Ferucci, par exemple) qui en fait un des sentiments les plus élevés et les plus nobles qui puissent, après l'amour de Dieu, remplir le cœur humain. Telle n'était pas la visée de l'auteur. Son but, plus modeste et plus professionnel aussi, est seulement un but d'hygiène physique et morale. Il a voulu — et nous croyons qu'il y a réussi — tracer les droits et les devoirs de la vie conjugale tels que la morale chrétienne, en parfait accord d'ailleurs avec les prescriptions médicales, les trace elle-même. Il entre naturellement dans des détails techniques qui ne sauraient trouver place ici. Mais il éclaire bien des points importants sur lesquels nombre de gens du monde sont souvent mal renseignés, se font des idées fausses d'où parfois naissent dans les ménages des troubles, des aigreurs, des dissentiments point justifiés et provenant d'ignorances ou de malentendus. Il enseigne à chacun ce qu'un sexe doit à l'autre, et aussi ce qu'il doit éviter, définit et décrit les lois de la chasteté dans le mariage.

Abordant la question particulièrement délicate de la préparation des jeunes gens à la vie à deux qu'ils sont destinés à embrasser prochainement, l'auteur s'élève avec une virile énergie contre ces systèmes d'un abject matérialisme qui voudraient faire, des lois physiologiques relatives aux rapports conjugaux, l'objet de cours publics comme s'il s'agissait de physique ou de géologie !

La connaissance de cet ordre de faits ne peut être donnée qu'individuellement aux jeunes hommes qui se préparent au mariage, et vaguement indiquée par leur mère aux jeunes filles, les détails incombant ensuite au mari qu'elles auront épousé.

Il s'est pourtant rencontré, parmi les catholiques, de hardies novatrices qui, attaquant sans mesure (" sinon sans raison „ (?), ajoute le docteur) l'enseignement des couvents, n'ont pas craint de réclamer, même pour la jeune fille, l'instruction *intégrale !* Laissons de côté tout ce qu'il y a de décevant, d'illusoire, d'absurde pour tout dire, dans l'acception générale de cette expression à la mode, surtout appliquée à la jeunesse : " l'instruction intégrale „. Au cas particulier, ce que les promotrices des nouveaux systèmes d'éducation féminine comprennent sous ce vocable, ce n'est pas autre chose, sous l'euphémisme quelque

peu ridicule de " dogmatique de l'amour ", que la physiologie du mariage (1).

Le docteur ne déploie pas moins d'énergie, tout en rendant justice aux intentions meilleures qu'éclairées des promotrices de ces nouveaux systèmes, à combattre cette tendance qui n'arriverait à rien moins qu'à enlever à la jeune fille ce parfum de délicatesse et de pudeur qui fait le fond principal de son charme.

Le bonheur dans la vie à deux résulte surtout du but qu'on s'est proposé en fondant un foyer, car l'orientation de la vie dépend du but qu'on lui donne. Ceux qui ne se sont proposé que le plaisir y trouvent bientôt la satiété, la déception, le dégoût, d'où naissent souvent la désunion et la discorde, sans parler de maux plus graves encore.

Ce n'est pas là la vie, c'est encore moins l'amour, qui réclame la réciprocité et qui vit au contraire *de dévouement et de sacrifice.* " Cet amour-là, observe judicieusement l'auteur, c'est l'amour sain, et il n'a qu'un nid, le mariage. "

Or, qu'est-ce que le mariage ?

C'est, nous apprend ce sublime petit livre appelé *le Catéchisme,* un sacrement qui donne la grâce pour sanctifier l'union légitime de l'homme et de la femme. Et la fin de cette union est la naissance des enfants qui, régénérés par le baptême, peupleront l'Église et le ciel.

Suivent deux courts mais substantiels chapitres sur l'honneur et l'indissolubilité du mariage ainsi que sur la sainteté du *vrai célibat,* c'est-à dire du célibat chrétien qui, par esprit de renoncement et de sacrifice, observe les règles de la chasteté absolue et parfaite.

Là sont réduits à néant, en quelques pages, tous les préjugés ressassés dans les ouvrages matérialistes comme dans le bas journalisme, contre ces deux choses saintes : le célibat chaste et le mariage chrétien.

C. DE KIRWAN.

(1) Il importe d'observer qu'il n'est fait aucune allusion ici, quant à ce point particulier, à une certaine religieuse, morte depuis peu, et qui avait pris avec éclat la tête du mouvement d'entrée en campagne contre le mode d'instruction et d'éducation des couvents. Tout en se refusant avec raison à entrer dans la polémique qui fut alors soulevée, l'auteur tient à dire que, ayant lu le livre par lequel cette religieuse a, dirais-je, attaché le grelot, il a constaté que, sur ce point délicat, elle se tient dans des généralités prudentes et ne motive aucune des critiques méritées par les femmes plus zélées que sagaces qui lui ont succédé.

X

La Magie moderne ou l'Hypnotisme de nos jours, par le R. P. Michel Rolfi, O. F. M., professeur de philosophie, Miss. apost. Traduit de l'italien par l'abbé H. Dorangeon, du diocèse de Bourges. Avec une introduction de Mgr É. Méric. Un vol. in-12 de 368 pages. — Paris, Téqui, 1902.

Lorsque, en octobre 1897, nous rendions compte, en ce recueil, de *L'Hypnotisme franc* du R. P. Coconnier, nous concluions, avec l'éminent religieux, que si la pratique de l'hypnotisme, facilement dangereuse et prêtant plus que d'autres à de graves abus, demande à n'être exercée qu'avec une extrême prudence et une parfaite rectitude d'intentions, elle n'est cependant pas intrinsèquement condamnable *en soi* et peut être appliquée licitement et utilement dans quelques cas.

Cette opinion prudente, mais dont la prudence n'implique pas un rejet en bloc et absolu, n'est point partagée par tous les écrivains et exégètes catholiques. Il est toute une école, qui condamne en soi, sans réserve ni exception, toute pratique hypnotique quelle qu'elle soit et en quelque circonstance que ce soit.

Une opinion aussi extrême n'est pas, hâtons-nous de le dire, celle du R. P. Pie-Michel Rolfi. Avec Mgr Élie Méric, avec le jésuite belge R. P. Castelein, avec le dominicain R. P. Coconnier, le cardinal d'Annibale, et bien d'autres, il estime que les abus, quelque faciles et dangereux qu'ils soient, d'un principe donné, même celui de la pratique de l'hypnose, n'entraînent pas nécessairement la nocivité de ce principe considéré en lui-même.

Telle paraît être du reste l'opinion du Saint-Siège qui, s'il a condamné " l'abus de l'hypnotisme ", n'a pas condamné " l'hypnotisme pratiqué dans certaines conditions et sous certaines garanties morales " (1). Ces conditions et garanties, énumérées par le savant religieux minime, sont celles-ci :

(1) Cf. la " Lettre encyclique de la Sainte Inquisition romaine et universelle à tous les évêques contre les abus du magnétisme ", du 30 juillet 1856, reproduite intégralement par Mgr Élie Méric dans son ouvrage intitulé : *Le Merveilleux et la Science. Étude sur l'Hypnotisme.* Livre I, Chap. V ; Paris, Letouzey et Ané, 1887.

Voir aussi, à la fin du volume *La Magie moderne*, les déclarations de la Sacrée Congrégation du Saint-Office en date du 27 juillet 1899.

1° Un motif grave, tel qu'une maladie inguérissable par d'autres moyens; 2° que l'opérateur soit un homme honnête, sérieux, digne de confiance et incapable d'abuser de l'état passif de l'hypnotisé; 3° qu'il évite avec soin de rechercher par l'hypnotisme des effets extra-naturels; 4° qu'il ait la ferme intention de repousser toute intervention de cet ordre; 5° enfin qu'il évite de prolonger l'expérience au delà du temps nécessaire et de la renouveler sans nécessité.

Ces réserves faites, l'auteur entre dans un exposé étendu de la *théorie* de l'hypnose, de son histoire, des méthodes d'hypnotisation et des effets de l'hypnotisme, lesquels, une fois le sommeil obtenu, se manifestent par les suggestions d'idées, de sensations, de passions, d'actes divers, par l'anesthésie, la paralysie et la catalepsie.

A cet exposé théorique est ajouté un appendice sur ce que l'auteur appelle *typtologie* (du grec τύπτειν, frapper), c'est-à-dire les tables parlantes, et qu'il considère comme étant essentiellement l'œuvre du démon, partant illicite. Nous aurons à revenir sur ce point.

Dans une seconde partie, qu'il a intitulée *Physique*, l'auteur, après avoir décrit, dans la première, les *effets* de l'hypnotisme, se propose d'en rechercher les *causes*. Il range ces dernières en deux classes se rapportant, la première aux phénomènes hypnotiques naturels, la deuxième aux préternaturels. Dans la première, il range le sommeil provoqué, le somnambulisme soit naturel soit artificiel, et l'autosuggestion, plus les effets préventifs de l'hypnotisme contre le mal de mer.

Dans la seconde classe, celle dont le R. P. Rolfi considère les phénomènes comme étant tous et inévitablement préternaturels, il établit deux divisions : les phénomènes qu'il appelle " préternaturels simples „, et ceux qu'il désigne comme " préternaturels religieux „. Ces derniers sont les faits réellement miraculeux que les savants incrédules s'efforcent, vainement d'ailleurs, d'expliquer par hystérie, hypnotisme, suggestion, etc.

Nous énumérerons tout à l'heure les premiers.

La troisième et dernière partie est consacrée à la *Morale* relativement à l'hypnotisme, lequel y est convaincu, au moins dans un grand nombre de cas, d'être nuisible à la santé, à la raison, à l'honneur, à la probité et aux bonnes mœurs, parce qu'il est le plus souvent appliqué soit par des savants incrédules, matérialistes et peu soucieux de se conformer aux règles indiquées plus haut, soit, qui pis est, par des hypnotiseurs de salon

ou de foire, par des charlatans sans conscience et sans honorabilité.

L'auteur conclut que, nonobstant tous les dangers et les abus ainsi résumés, il y a des faits suffisamment nombreux pour établir la puissance d'action de l'hypnotisme et pour nous mettre à même de nous garder contre ses abus, si nombreux soient-ils.

Il ne sera pas sans intérêt, pensons-nous, d'examiner et de discuter quelques-uns des principaux phénomènes considérés par le savant franciscain comme nécessairement dus à une cause préternaturelle et diabolique.

Dans l'appendice de sa première partie, l'auteur interprète tous les faits de table parlante comme une œuvre du démon. D'ailleurs ceux qu'il cite, s'ils se sont passés tels qu'ils sont racontés et dans les circonstances décrites, impliqueraient bien une intervention étrangère aux lois de la nature. Mais est-il légitime de généraliser cette appréciation d'une manière absolue? M. Arcelin signalait ici-même (livraison de juillet 1900, pages 163 et 164), un fait qu'il serait trop long de rappeler ici, mais qui, si extraordinaire qu'il paraisse, s'explique très bien naturellement. Il est vrai qu'il y est question de la planchette à écrire, instrument moins lourd et d'un maniement plus aisé qu'une table plus ou moins grande. Il est cependant de même nature. Et cela nous paraît suffire pour ne pas généraliser sans restriction et sans mesure l'attribution d'une intervention démoniaque à tout phénomène de table parlante, sous quelque forme et dans quelque circonstance que ce soit. Nous accordons volontiers que le jeu peut en être dangereux et favoriser des interventions préternaturelles blâmables, mais nous pensons qu'il ne les implique pas nécessairement et fatalement.

Arrivons à ce que le savant Frère minime considère comme des phénomènes " préternaturels simples „ de l'hypnotisme. Ce sont la double vue, la vue à distance, la pénétration de la pensée d'autrui, l'intuition des maladies internes, la transposition des sens, la prévision de l'avenir.

La double vue serait la faculté de percevoir des objets à travers des corps opaques. Cette faculté est-elle nécessairement d'ordre préternaturel ? L'opacité de la matière vis-à-vis des multiples radiations que nous connaissons aujourd'hui est chose si mal définie, et la sensibilité de notre œil pour ces radiations si dépendante des circonstances, qu'il semble prudent de ne pas se hâter de conclure aux interventions préternaturelles. Possibles ou même probables, elles peuvent cependant n'être pas réelles dans tel ou tel cas donné.

La vue à distance forme la seconde catégorie de ce que le R. P. Rolfi classe sous la rubrique *phénomènes préternaturels simples.*

S'il s'agit, comme le suppose notre auteur, d'un hypnotisé résidant à Turin, par exemple, et qui, sur l'ordre de son magnétiseur, se transporterait en esprit à Paris ou à Rome et raconterait ce qui s'y passe, ce qu'il y voit, et le tout conforme à la réalité, le fait ainsi présenté laisse peu de place à la discussion.

Mais que d'exemples de vue à distance, beaucoup moins compliqués il est vrai, et qui semblent pouvoir s'expliquer sans aucun concours d'agents préternaturels ! Il en est qui ont été exposés ici-même, tome XVIIIe de la 2me série, pages 494 et 518 (octobre 1900), par M. Arcelin, et nous y renvoyons le lecteur.

La lecture de la pensée d'autrui sans signes extérieurs apparents est signalée également comme impossible à expliquer en dehors de quelque action préternaturelle, attendu que la pensée, acte purement intellectuel, " n'est ni fluide matériel, ni électricité, ni lumière, ni air ; elle n'est pas non plus une agitation des molécules du cerveau „. Assurément la pensée pure, abstraite, n'emprunte absolument rien aux éléments matériels, elle est un acte exclusivement spirituel. Il n'en est pas moins vrai que l'intelligence humaine réclame un concours simultané et même une action préalable de l'imagination. C'est dans les données présentées par l'imagination que notre intelligence trouve la matière de ses abstractions, de ses connaissances supérieures, selon la maxime : *Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu.* Il peut donc arriver, ou du moins l'on peut concevoir, que " une agitation des molécules du cerveau „ produite par la formation des images, des passions, des appétits et de tous les mouvements psycho-sensibles auxquels l'humaine nature est sujette, puisse se transmettre, dans certains cas particuliers, exceptionnels et concordants, comme feraient des ondes hertziennes, d'un cerveau à un autre : les mêmes mouvements, les mêmes images concomitants à la pensée et aux sentiments d'un premier sujet, se reproduisant dans l'encéphale d'un second sujet, y feraient naître les mêmes sentiments et la même pensée ou, du moins, une pensée et un sentiment concordants.

C'est là, sans doute, une pure conjecture ; mais comme elle n'a rien en soi qui offense la raison, elle permet de dire que toute transmission de pensée en dehors de signes extérieurs apparents n'est pas un critérium nécessaire d'intervention diabolique. D'ailleurs, si le phénomène en question se réalise plus aisément

et plus fréquemment à la faveur de l'hypnotisme, celui-ci n'en est point une condition *sine qua non*.

Nous croyons pouvoir en dire autant au sujet de la détermination de maladies internes par l'examen d'un objet nouvellement émané de la personne malade, comme une mèche de cheveux récemment coupés, par exemple. Notre auteur estime que s'il n'y a pas là charlatanisme, si la nature de la maladie est réellement reconnue par l'attouchement ou l'examen de la mèche de cheveux, " il faut nécessairement admettre l'intervention d'une cause PRÉTERNATURELLE ou surnaturelle ". Et il ajoute : " Semblable science n'est pas dans l'ordre de la nature. " A quoi nous croyons pouvoir répliquer : c'est ce qu'il faudrait établir par quelque preuve. Il n'est pas impossible que l'état morbide d'un sujet donné ait une répercussion dans la contexture de ses cheveux ; et il n'est pas impossible non plus qu'un autre sujet hyperesthésié par hypnotisme, somnambulisme ou dissociation encéphalique quelconque, puisse saisir par la vue, le contact ou quelque autre sens, la différence de contexture capillaire résultant de la maladie.

Restent, parmi les " préternaturels simples " du R. P. Rolfi la *transposition des sens* et la *prévision de l'avenir*.

Il est certain qu'il est humainement impossible, par exemple, de *voir* avec l'estomac ou avec la nuque ou l'oreille, parce qu'aucun de ces organes ne remplit les conditions nécessaires pour recevoir et renvoyer les rayons lumineux comme le fait un œil bien conditionné. Mais il peut arriver que la vision par un organe autre que les yeux *ne soit qu'apparente* et provienne d'une hallucination du sujet en expérience, lequel, ayant perçu par le sens du toucher, par exemple, un objet quelconque, s'en fera par autosuggestion une représentation visuelle. Le fait a été constaté, et nous en trouvons encore la relation dans la suite des études sur ce sujet publiées en ce recueil par l'un de ses plus sympathiques collaborateurs, M. Adrien Arcelin (1).

Quant à la prévision de l'avenir, s'il s'agit de faits étrangers à la personne qui prévoit et dépendant du libre arbitre d'autrui, elle peut se concevoir de deux manières : ou une vue *certaine* des événements futurs qui n'appartient qu'à Dieu seul ou à des créatures inspirées par lui à cet effet, et de celle-là il ne saurait être question quand Satan est présumé en jeu ; ou bien une prévision plus ou moins probable fondée sur une connaissance plus

(1) *Loc. cit.*, p. 512.

ou moins étendue des faits présents et passés et sur les conséquences qui peuvent ou doivent en découler ; de celle-ci l'homme n'est capable que dans une mesure très restreinte, vu la multitude des faits qu'il ignore tant dans le présent que dans le passé. Mais les purs esprits, anges ou démons, ont une connaissance incomparablement supérieure à la nôtre de tous les faits physiques, moraux, privés, publics, historiques et contemporains concernant le monde entier. Sur cette base immense ils peuvent établir avec une très grande probabilité des prévisions à long terme auxquelles nulles déductions humaines ne sauraient atteindre. Lors donc que telles vues de l'avenir sont émises par des sujets quelconques, hypnotisés ou non et n'offrant aucune garantie particulière, si elles ne sont pas l'effet d'une grossière supercherie ou des illusions de quelque *illuminé,* il y a toutes chances pour qu'elles proviennent d'agents préternaturels. Mais le cas en est, croyons-nous, extrêmement rare.

Il y a aussi les faits de *télépathie.* Le R. P. Rolfi veut que l'agent télépathique soit toujours, bon ou mauvais, un pur esprit. Nous pourrions citer cependant, si nous ne tenions à ne pas allonger démesurément cet article, plus d'un cas de télépathie accompli dans des circonstances banales qui excluent tout motif d'intervention étrangère bonne ou mauvaise. Que tels et tels faits télépathiques indiquant un but charitable ou pervers, soient l'œuvre d'anges célestes ou réprouvés, il n'y a aucun motif raisonnable de le contester. Mais que certains cas de télépathie s'accomplissant en dehors de tout but apparent et de toute conséquence particulière, ne puissent être l'effet de causes naturelles, c'est ce qui est fort loin d'être démontré.

Nour arrêterons là ces considérations. Bornons-nous, avant de terminer, à cette remarque générale.

L'existence comme l'intervention dans les choses humaines d'esprits purs, les uns bienveillants, les autres malfaisants, des bons *anges* et des *démons* pour employer le langage de l'Église, n'est pas contestable entre catholiques. Que cette intervention se manifeste quelquefois par des effets extérieurs et matériels, la chose n'est pas moins certaine ; mais elle est rare et implique des concours de circonstances qui sont loin d'être toujours réunies.

Il importe donc, croyons-nous, de ne recourir qu'avec une extrême prudence à l'explication de faits physiques surprenants par une intervention extranaturelle.

Au demeurant, *La Magie moderne* du R. P. Rolfi contient

beaucoup d'excellentes choses et peut être lue et consultée utilement. Elle ne pèche que par des affirmations trop absolues là où le doute est possible. C. DE KIRWAN.

XI

INDEX ANIMALIUM, sive index nominum quae, ab a. D. MDCCLVIII, generibus et speciebus animalium imposita sunt, societatibus eruditorum adiuvantibus a CAROLO DAVIES SHERBORN confectus. — Sectio prima, a Kal. Ian. MDCCLVIII usque ad finem Decembris MDCCC. Un vol. in-8° de LIX-1195 pages. — Cantabrigiae, e typographio academico, MDCCCCII.

L'imprimerie de l'Université de Cambridge vient d'inaugurer par ce volume l'édition d'un répertoire complet des genres et espèces zoologiques dénommés depuis l'an 1758 jusqu'en 1900. A chaque vocable sont jointes la référence exacte et la date de la publication qui l'a, pour la première fois, présenté au public.

Cette œuvre représente une somme énorme de patientes recherches ; on peut en soupçonner quelque chose à parcourir les 46 pages petit texte de la bibliographie générale. " Antérieurement déjà des travaux similaires avaient vu le jour ; mais aucun auteur n'avait pris à tâche de donner renseignements précis sur l'ensemble des noms attribués aux animaux tant fossiles qu'actuels ; on ne trouve pas non plus d'effort bien caractérisé pour rattacher à une date exacte l'imposition de chaque nom „ (Introduct., p. v).

Pour la plus grande commodité des zoologistes, M. Ch. Davies Sherborn a entrepris de combler cette lacune. Son ouvrage se présente entouré de sérieuses garanties et sous haut parrainage scientifique. Commencé en 1890, d'initiative privée, par l'auteur lui-même, adopté en 1892 par la *British Association*, muni par elle en 1894 du concours d'un comité de savants distingués, il s'est développé en manuscrit jusqu'au jour où l'on a jugé préférable de livrer à l'impression, sans attendre l'achèvement complet de l'ouvrage, une première partie embrassant la période 1758-1800. On doit souhaiter à M. Davies Sherborn de mener à bonne fin son œuvre utile et laborieuse et de nous doter bientôt d'un second volume aussi parfait que le premier.

L' " Index Animalium „, si nous en croyons NATURE, comprendra trois parties correspondant respectivement aux intervalles 1758-1800, 1801-1850, 1851-1900. Z.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

PHYSIOLOGIE

—

Reviviscence du cœur humain. — Le cœur a une grande vitalité. Chez les vertébrés à sang froid, la grenouille ou la tortue par exemple, il continue à battre après la mort. Même isolé de l'organisme, il conserve ses mouvements et, trois jours après l'avoir extrait du corps, j'ai encore pu surprendre des mouvements spontanés dans un cœur de grenouille.

Si le cœur montre moins de résistance chez l'homme et chez les autres mammifères, il possède cependant, même chez eux, un certain degré de spontanéité. Le cœur droit bat encore chez un lapin dont on a ouvert la poitrine et chez qui on ne surprend plus aucun signe de vie.

Mais lorsque les battements ont cessé dans le cœur du lapin, on aurait tort de croire que cet organe est complètement mort. Les expériences récentes de Kuliako le démontrent.

En 1901, Locke a trouvé la composition d'un liquide qui a une singulière puissance pour raviver le cœur. Autrefois on se contentait de faire agir le liquide physiologique, c'est-à-dire, un liquide contenant, comme les humeurs du corps, sept à huit pour mille de chlorure de sodium ; Locke a constaté que le liquide physiologique gagne beaucoup en énergie quand on l'additionne d'une très faible quantité, deux pour dix mille, de chlorure de potassium, de chlorure de calcium et de carbonate de sodium. On y mêle encore un pour mille de dextrose ; on le chauffe ensuite et on le sature d'oxygène.

En injectant le liquide de Locke dans l'artère coronaire qui

nourrit le cœur, Kuliako (1) réussit à faire battre le cœur du lapin quarante-quatre heures après avoir tué l'animal.

Dans d'autres expériences, des battements purent être observés dans certaines régions du cœur cinq jours après la mort.

Le cœur semble même ne pas se ressentir des maladies de l'animal. Les expériences précédentes avaient été faites sur des animaux sains, sacrifiés pour la circonstance. Mais les mouvements réapparaissent aussi sur des cœurs extraits d'animaux ayant succombé à une mort spontanée.

L'homme heureusement ne fait pas exception. Nous disons heureusement, parce que peut-être, avec les progrès de l'art chirurgical, ce procédé pourra être utilisé pour ranimer les fonctions vitales par la restauration des battements cardiaques.

Il est assez clair qu'ici toutes les recherches se sont faites après des morts spontanées, et c'est ce qui leur donne une importance plus considérable.

Le premier cœur humain sur lequel Kuliako opéra fut celui d'un enfant de trois mois mort d'une double pneumonie.

L'expérience se fit vingt heures après la constatation de la mort. Au bout de vingt minutes d'injection, un frémissement rythmique agita le tissu cardiaque, puis le ventricule droit fonctionna en entier, et enfin le cœur dans son ensemble exécuta des pulsations régulières pendant une heure.

Les expériences furent reprises sur d'autres cœurs humains, et l'on put voir l'un d'eux fonctionner régulièrement trente heures après la mort malgré la présence d'un caillot volumineux.

Il est heureux que le cœur possède cette spontanéité. Sinon, il est probable que dans le cours d'une vie humaine, il aurait mille fois l'occasion d'être arrêté ; mais comme les moindres excitations suffisent à entretenir son fonctionnement régulier, il parvient à dépasser les nombreux points morts des forces qui agissent sur lui et ainsi, sans s'en douter, l'homme retrouve l'existence qui allait l'abandonner.

Les éléments constitutifs de la pourpre. — Dans les sciences naturelles, certains problèmes se simplifient avec les progrès de la science ; d'autres au contraire se compliquent. C'est à ce dernier groupe qu'appartient celui de la constitution de la pourpre.

(1) *Sur la reviviscence du cœur.* Rappel des battements du cœur humain, 30 heures après la mort. COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 5 janvier 1903.

Grâce au goudron et à l'aniline qu'on en extrait, on a pu multiplier pour ainsi dire à l'infini les nuances des teintes colorées. Mais les couleurs ne sont utiles que le jour ; or la lumière qui leur donne leur beauté et leur charme est en même temps leur plus grande ennemie, car elle les fait pâlir bientôt et leur enlève toute leur vivacité.

Il n'en allait pas de même de la pourpre des anciens. A la différence des couleurs d'aniline, elle est indélébile, car la lumière qui l'a fait naître, n'agit ensuite sur elle que pour aviver son éclat.

Elle est produite par des mollusques gastéropodes des genres *Murex* et *Purpura*. C'est une simple sécrétion d'une glande spéciale, mais comme Duhamel le faisait déjà remarquer en 1736, le liquide sécrété est incolore de lui-même et il faut l'action des rayons solaires pour en développer les teintes.

Raphaël Dubois (1) vient de montrer que le phénomène de la formation de la pourpre est plus complexe qu'on ne se l'imaginait.

Il s'adresse au *Murex brandaris*. Il extirpe les glandes de la pourpre à l'abri de la lumière, puis les soumet à l'action de l'alcool. Ce liquide en dissout une partie à laquelle Dubois a donné le nom de *purpurine*.

En jetant la masse soumise à l'alcool sur un filtre, la purpurine passe avec l'alcool, puisqu'elle est soluble. Sur le filtre reste une masse blanche qu'on entraîne par du chloroforme et qu'on délaye ensuite dans la glycérine. On obtient ainsi un liquide trouble où nagent une infinité de petits granules.

Ces petits granules concourent efficacement à la production de la pourpre. Voici comment Dubois le démontre.

Il reprend la solution alcoolique de purpurine qui a passé à travers le filtre, et laisse tomber quelques gouttes de ce liquide sur un morceau de papier blanc. Le papier ne change pas de teinte, même s'il est exposé à la lumière.

Mais si sur ce papier déjà imbibé de purpurine il dépose une goutte du liquide trouble, il se produit une tache, qui se colore de plus en plus vivement et finit par avoir l'éclat de la pourpre.

La pourpre est donc due à l'action de deux substances, la purpurine et les granules. En étudiant davantage les granules, on voit qu'ils perdent leurs propriétés si on les chauffe à 120°.

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 27 janvier 1902 et 12 janvier 1903.

Cette action destructive de la chaleur sur le pouvoir des globules amène Dubois à les rapprocher des ferments du genre des zymases, et c'est la raison pour laquelle il donne à la matière qui les constitue le nom de *purpurase*.

La perméabilité des membranes animales — Les études sur l'osmose se poursuivent aussi bien dans le domaine vital que dans le domaine purement physique. Au début, on a pu espérer trouver dans les nouvelles découvertes sur la perméabilité l'interprétation des nombreux échanges de matières qui s'opèrent à travers les membranes des cellules digestives et des cellules glandulaires. On a réussi en partie; mais, comme toujours, on n'a soulevé un coin du voile que pour se trouver en présence de nouveaux mystères, inexplicables par les lois ordinaires de la matière brute.

Galeotti (1) vient de le montrer une fois de plus. Grâce à un dispositif spécial, il parvient à interposer avec un grande facilité toute espèce de membrane entre l'eau d'une part et différentes solutions salines d'autre part. Puis il fait passer un courant électrique à travers l'eau, la membrane et la solution choisie.

La résistance varie avec la membrane interposée, et l'étude des phénomènes démontre qu'elle dépend des propriétés vitales des membranes.

Les membranes sur lesquelles Galeotti opère peuvent être rangées dans l'ordre suivant : baudruche à l'état naturel, péricarde du chien, mésentère du lapin, vessie de tortue, cœcum de lapin, intestin d'holothurie. Toutes ces membranes ne sont pas constituées des mêmes éléments anatomiques et ne jouissent pas de la même activité vitale. Les trois premières ont pour élément principal des fibres et ne servent guère dans le corps vivant que par leurs propriétés physiques de résistance et de flexibilité. Les deux dernières ont pour fonction de présider aux échanges entre le milieu intérieur et le milieu extérieur. Elles empruntent au sang certaines substances pour les transformer en sucs digestifs et d'un autre côté elles font pénétrer dans le sang les aliments suffisamment élaborés.

Aussi leur élément principal est la cellule, et cette cellule est douée d'une grande activité vitale, car dans ces organes les cellules se reproduisant très rapidement sont toujours à l'état

(1) *Ueber die Permeabilität der Thierischen Membranen.* ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE, XL, 481.

jeune, comme le témoignent leur forme arrondie et l'abondance de leur protoplasme.

Or les trois premières membranes n'opposent aucune résistance spéciale au courant électrique ; le courant passe comme s'il n'y avait pas de membrane interposée.

Au contraire, la résistance augmente très sensiblement lorsqu'on force le courant à passer à travers les deux dernières membranes pourvues de cellules très vivantes et très actives.

Que ce soit bien la vie elle-même qui intervient dans le phénomène. Galeotti le prouve à l'évidence.

Le chloroforme, on le sait, ne tue pas seulement les grands animaux, il est néfaste aux cellules elles-mêmes. Pour tuer les cellules. Galeotti les soumet à l'action des vapeurs de chloroforme, et que voit-on ? Ces mêmes membranes qui entravaient si fort le courant électrique dans la première série d'expériences, ont perdu leur faculté de résistance en même temps que leur vitalité, et le courant les traverse sans aucune déperdition.

Galeotti suppose que les membranes vraiment vitales départagent les ions des solutions. Les ions positifs se portent d'un côté de la membrane, les ions négatifs de l'autre et déterminent ainsi une polarisation qui diminue l'intensité du courant électrique.

Un lecteur quelque peu attentif aura peut-être remarqué que nous n'avons pas parlé de la quatrième membrane, la vessie de tortue.

A priori, nous nous serions attendu à la voir se comporter comme les trois premières, car elle ne contient ni cellules absorbantes ni cellules sécrétoires, si ce n'est peut-être en très petit nombre. Elle oppose au contraire de la résistance au courant comme les membranes digestives.

Il est vrai que l'épithélium qui la recouvre à l'intérieur contient plusieurs assises de cellules et exerce une fonction spéciale, celle d'empêcher le liquide urinaire de se diffuser dans les tissus environnants. Il est possible qu'à raison de ce rôle elle jouisse de propriétés analogues à celles des membranes du tube digestif.

Études sur le suc pancréatique. — Les travaux de Pawlow ont eu un grand retentissement non seulement en Russie, mais en France et en Angleterre. Les physiologistes de ces deux nations ont contrôlé d'abord, puis élucidé les observations de leur illustre prédécesseur. Nous n'en voulons pour preuve que les études faites récemment sur le pancréas.

Pawlow avait déjà reconnu que la trypsine n'opérait pas sur les albuminoïdes sans le concours de l'entérokinase, ferment contenu dans le suc intestinal. Delezenne et Frouin (1) ont donné de cette proposition une nouvelle démonstration assez piquante par son originalité.

On sait que Pawlow, dans le but de recueillir le suc pancréatique, découpe dans le duodénum un petit losange contenant en son centre l'ouverture du canal pancréatique et le greffe ensuite sur la peau de l'abdomen.

Le suc ainsi obtenu agit sur la viande, ce qui semblerait indiquer que la trypsine n'a pas besoin de l'entérokinase, puisqu'elle ne se mêle plus au liquide fourni par l'intestin.

Il n'en est rien cependant. C'est ce petit losange intestinal porté au dehors en même temps que l'ouverture pancréatique, qui change radicalement la nature du phénomène. Avant d'être recueilli, le suc pancréatique est entré en contact avec ce petit losange ; or cette mince portion de l'intestin, quoique portée au dehors, vit encore et, sécrétant le liquide qui lui est propre, fournit à la trypsine le complément d'entérokinase.

Qu'il en soit vraiment ainsi, voici comment les auteurs le démontrent. Ils poussent une sonde dans le canal pancréatique. Grâce à cette sonde, le suc pancréatique coule au dehors sans toucher le petit losange. Cette circonstance, si minime à première vue, suffit cependant à enlever à la trypsine toute son efficacité sur les albuminoïdes.

Enlevons au contraire la sonde et laissons le suc couler sur le losange intestinal. Aussitôt le suc pancréatique acquiert des propriétés nouvelles ; il devient apte à liquéfier la fibrine et à la transformer en peptone.

Vernon (2) admet que l'entérokinase complète le suc pancréatique, mais il prétend qu'elle n'est pas la seule substance jouissant de cette propriété. Elle est peut-être nécessaire au début de la digestion pancréatique, mais dès qu'il s'est formé une certaine quantité de trypsine, cette trypsine elle-même en dehors de l'entérokinase peut agir sur le suc pancréatique, qui continue à affluer dans le duodénum, et transformer ce suc en substance vraiment digestive. La trypsine serait même supérieure à

(1) La sécrétion physiologique du pancréas ne possède pas d'action digestive propre vis-à-vis de l'albumine. COMPTES RENDUS DE LA SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE, 14 janvier 1902.

(2) *The conditions of action of the pancreatic secretion.* JOURNAL OF PHYSIOLOGY, XXIII, p. 375.

l'entérokinase pour opérer cette transformation. En effet, Vernon mélange la même quantité de suc pancréatique de chien d'une part avec 1 % de trypsine de porc, de l'autre avec 1 % de suc duodénal de chien renfermant, comme on le sait, de l'entérokinase.

Au bout de six heures, le premier mélange liquéfie trois fois plus de fibrine que le second.

Dans la théorie de Vernon, voici quelles seraient les différentes phases de la digestion pancréatique.

Le suc pancréatique ne contiendrait pas la trypsine, mais un autre corps, le trypsinogène, qui, comme le nom le dit, est capable de se transformer en trypsine. Cette transformation s'opérerait d'abord par l'entérokinase, mais une certaine quantité de trypsine étant une fois produite, celle-ci agirait sur le trypsinogène, qui afflue ensuite, pour le convertir en trypsine.

En somme, l'entérokinase est l'allumette qui met le feu, mais le feu, une fois produit, s'entretient de lui-même. Cependant pour que le feu se propage ainsi, il lui faut de la matière. En d'autres termes, en appliquant cette comparaison au sujet actuel, il faut, pour obtenir de nouvelles quantités de trypsine, que le suc pancréatique coule. Sous quelle excitation se produit cette sécrétion de liquide pancréatique, c'est l'objet des recherches de Bayliss et Starling (1).

Pawlow avait déjà établi que la digestion stomacale prépare la sécrétion pancréatique. L'acide chlorhydrique, déversé par l'estomac dans le duodénum, provoque l'action du pancréas.

C'était, au dire du savant russe, l'effet d'un réflexe passant par les grands centres nerveux de l'organisme. D'après Popielski, il se trompait ; car on peut isoler le pancréas de tous les grands centres sans suspendre l'excitation due à l'acide chlorhydrique. Toutefois Popielski admet aussi l'existence d'un réflexe, mais qui aurait pour centre un petit amas de cellules nerveuses voisin du pancréas.

Cette opinion ne plaît pas à Bayliss et Starling qui se refusent à admettre l'intervention nerveuse. Il n'est pas possible de supprimer toute communication nerveuse entre le pancréas et le duodénum, mais ce qu'on ne peut faire pour le duodénum, on peut le réaliser pour le jéjunum qui suit immédiatement le duodénum et a comme lui la propriété d'exciter le pancréas s'il reçoit de l'acide chlorhydrique (Wertheimer et Lepage).

(1) *The mechanism of pancreatic secretion*, JOURNAL OF PHYSIOLOGY, XXIII, p. 325.

On sectionne le jéjunum à ses deux extrémités, puis on l'attire au dehors du corps après l'avoir libéré de tous les nerfs qui s'y ramifient. Il ne conserve plus d'autre attache avec l'organisme que ses vaisseaux.

Si, dans ces conditions, on y fait pénétrer de l'acide chlorhydrique, le pancréas entre en fonction comme à l'état normal.

L'acide chlorhydrique n'a donc pu agir sur le pancréas qu'en pénétrant dans cet organe avec le sang.

Et cependant Pawlow semblait avoir démontré péremptoirement que l'acide chlorhydrique introduit dans la circulation ne pouvait exciter le pancréas.

Aussi reprochait-on aux expérimentateurs de Londres d'avoir trop vite conclu à la non-existence d'une influence nerveuse. Les vaisseaux contiennent des filets nerveux dans leur tunique et il semble impossible de conserver les vaisseaux sans conserver les nerfs.

Bayliss et Starling répondent à ce dernier argument que les quelques filets nerveux des vaisseaux peuvent difficilement se prêter à une explication de l'excitation pancréatique. Mais ils ont une réponse plus solide encore.

Ils ont répété l'expérience de Pawlow et ont trouvé comme le savant russe que l'acide chlorhydrique injecté dans les vaisseaux ne parvient pas à stimuler le pancréas. Mais si, au lieu d'injecter l'acide chlorhydrique pur, on fait entrer dans le sang cet acide mêlé avec le suc duodénal tel qu'on le recueille après action de l'acide, le pancréas entre en fonction.

L'acide chlorhydrique agit donc d'abord sur le duodénum qui produit alors une certaine substance, la *sécrétine*, et c'est cette sécrétine qui, entraînée dans le torrent circulatoire avec l'acide chlorhydrique, est l'excitant propre de la glande pancréatique.

La sécrétine est donc aussi bien que l'entérokinase un produit de sécrétion de la muqueuse intestinale, mais la sécrétine détermine la sécrétion pancréatique tandis que l'entérokinase agit sur la sécrétion déjà formée et déjà déversée dans l'intestin pour lui communiquer des propriétés nouvelles.

Ces deux substances ne sont pas seulement différentes par leurs fonctions, mais aussi par leur constitution. La sécrétine, en effet, n'est pas un ferment puisqu'elle agit encore après avoir été bouillie.

Bayliss et Stirling préféreraient encore donner à la substance produite par le duodénum le nom de *prosécrétine*, car même après qu'elle est formée, elle est incapable d'agir si elle n'est

accompagnée de l'acide chlorhydrique qui la change en sécrétine.

Parthénogenèse chez les Échinodermes. — Les œufs d'Échinodermes servent actuellement à résoudre plusieurs questions d'embryogénie. C'est sur eux principalement qu'ont porté, par exemple, les observations de *mérogonie* ou développement de portions isolées d'ovules.

On y a étudié également la parthénogenèse artificielle. Les œufs d'astéries demandent normalement à être fécondés. Mais ils peuvent cependant traverser les premières périodes larvaires sans le concours des spermatozoïdes. Seulement ces expériences étaient toujours aléatoires ; quand vingt pour cent des ovules entraient en segmentation, on croyait à un succès.

La méthode nouvelle introduite par Yves Delage (1) atteint la limite extrême de la perfection, car la proportion des œufs entrant en évolution atteint le chiffre de cent pour cent.

La méthode est aussi simple que sûre.

Il existe un stade critique dans l'histoire de l'ovule des astéries, c'est le moment où le premier globule polaire apparaît. Après avoir extrait les œufs de l'ovaire, on les laisse dans l'eau de mer ordinaire jusqu'au stade critique. On les plonge alors immédiatement dans de l'eau de mer de Seltz, c'est-à-dire, dans de l'eau de mer chargée d'anhydride carbonique comme l'eau de Seltz ordinaire. On les y laisse une heure seulement, puis on les retire pour les placer de nouveau dans de l'eau de mer.

Quelques heures après, tous les ovules entrent en segmentation. Le lendemain, tous sont transformés en blastules nageantes et ciliées.

Le développement se poursuit très loin, jusqu'au stade *auricularia*. Les plus vieilles larves ont atteint l'âge de trente-deux jours.

Mais n'y avait-il pas peut-être au début des spermatozoïdes qui auraient fécondé les ovules ? Yves Delage décrit les précautions minutieuses, les lavages répétés auxquels ont été soumis les ovules avant l'expérimentation pour écarter les éléments mâles. D'ailleurs, les spermatozoïdes se montrent moins actifs que l'eau de mer de Seltz sur les œufs imparfaitement mûrs qui

(1) *L'Acide carbonique comme agent de choix dans la parthénogenèse expérimentale.* COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 13 octobre 1902.

n'ont pas dépassé le stade du premier globule polaire. Il est donc difficile de leur attribuer le succès si complet obtenu par la nouvelle méthode.

Influence de l'altitude sur le sang. — Médecin à Davos, Van Voornveld (1) est parfaitement placé pour donner son avis sur la question des altitudes. Il ne s'agit pas de constatations de courte durée telles que celles que l'on fait en ballon ou pendant l'ascension d'une montagne. Celles-ci certainement ont leur valeur propre, mais il y entre d'autres facteurs que l'altitude seule. Les changements brusques de pression et l'effort développé pour élever le corps doivent alors entrer en ligne de compte.

Davos est situé à 1560 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ce serait une erreur de croire qu'à cette altitude tous les nouveaux venus subissent le mal de montagne, caractérisé, comme on le sait, par une sensation de fatigue, le manque d'appétit, un malaise général combiné avec une gêne respiratoire. On ne constate même pas chez eux une fréquence plus grande de respiration ou un battement plus accéléré du cœur.

Mais ce qui est universel, c'est l'augmentation des globules rouges ou hématies. De cinq millions par millimètre cube, chiffre de la vie en plaine, le nombre s'élève à six millions au bout de vingt-quatre heures.

Les analyses faites sur la densité du sang et sa richesse en hémoglobine conduisent à des résultats concordants avec ceux relatifs au nombre des globules.

Grâce à cette augmentation d'hémoglobine, le pouvoir absorbant du sang vis-à-vis de l'oxygène s'est donc accru et compense la diminution de pression du gaz vivifiant.

Van Voornveld confirme ainsi les expériences de ses prédécesseurs, si l'on excepte cependant les observations faites à Java. Java est en effet le seul point du globe où le nombre des globules sanguins ne s'accroît pas avec l'altitude. D'où vient cette anomalie singulière, personne n'a pu le dire jusqu'à présent.

La rapidité avec laquelle le nombre des globules se modifie demande aussi une explication. Un million en vingt-quatre heures, c'est un chiffre devant lequel on a le droit de s'étonner.

Van Voornveld ne croit pas à une prolifération subite des hématies. Il estime plutôt que dans les organes producteurs

(1) *Das Blut im Hochgebirge*. Pflüger's Archiv, XCII, 1.

d'hématies, la moelle des os, la rate, par exemple, il existe des réserves de globules qui se jettent dans le torrent circulatoire au moment opportun. Il y aurait aussi certains organes où les hématies confluerait dans des circonstances déterminées. C'est ainsi, par exemple, que le fait seul de la digestion abaisse de deux à trois cent mille le nombre des globules par millimètre cube. L'examen du sang des vaisseaux ne peut donc être un test assuré du nombre des globules du corps. Tout comme les globules blancs, les hématies se porteraient de préférence là où elles peuvent le mieux servir.

Hermaphrodisme chez les Poissons. — Qu'on observe des cas d'hermaphrodisme chez les poissons, jamais cela n'a été nié. Mais Roule (1) avance une proposition bien plus hardie. D'après lui, certains poissons prétendûment unisexués seraient hermaphrodites. Non pas qu'ils aient en même temps les organes mâles et femelles, mais, avant d'être femelles, ils auraient été mâles.

Il n'a pas fait d'observation directe, mais il conclut son assertion de l'expérience suivante, qui a été faite sur un poisson bien ordinaire, le rotengle.

A l'époque du frai, il a capturé 170 individus, qui étaient de taille différente :

91 avaient de 2 centimètres à 7 centimètres. Tous étaient mâles.

25 avaient de 8 centimètres à 9 centimètres. 13 étaient mâles et 12 femelles.

54 avaient de 10 centimètres à 19 centimètres. Tous étaient femelles.

A mesure donc que la taille augmente, le nombre de femelles s'accroît aussi. Quoi de plus naturel que de supposer que ces poissons, de mâles qu'ils étaient au début, finissent pas devenir femelles ? A moins toutefois de supposer que les mâles ne dépassent jamais la taille de 9 centimètres; mais alors il faudrait expliquer pourquoi les rotengles de taille inférieure à 8 centimètres, ne sont jamais des femelles.

G. H.

(1) *L'Hermaphrodisme normal des Poissons.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 29 décembre 1902.

BOTANIQUE

—

La laque des Indes. — La résine et la teinture de laque sont fournies aux Indes par un insecte, le *Tachardia lacca*. On trouve dans la littérature sanscrite remontant au moins à 4000 ans, des indications relatives à ces deux produits. Il fut un temps où la teinture produite par cet insecte était le plus important des liquides teinturiers et supplanta même, dans les teintureries européennes, la cochenille. Mais depuis les progrès récents de la teinture chimique, la teinture du *Tachardia lacca* n'est plus guère qu'un produit secondaire dans la fabrication de la laque.

Ce *Tachardia lacca* appartient à l'ordre des Hémiptères. Il habite de préférence certains arbres et notamment des légumineuses telles que les *Acacia* et des *Pterocarpus ;* il se rencontre aussi sur diverses espèces de *Ficus*.

Les larves se fixent sur les plantes par leur trompe et y sucent les sucs qui se transforment dans le corps qui exsude une résine dans laquelle chaque larve se trouve au bout de quelque temps encastrée. Des larves arrivées à l'état d'insecte parfait, les unes, les femelles, sont privées d'ailes et restent à la place qu'elles occupaient, les autres, les mâles, sont munies d'ailes et peuvent quitter leur enveloppe résineuse. Chaque femelle peut produire environ un millier d'œufs. Avant la formation de ces œufs, il apparaît dans l'insecte une matière colorante d'un rouge vif que l'on croit devoir servir de nourriture aux jeunes larves qui restent dans la cavité où elles ont pris naissance jusqu'à ce qu'elles puissent se disperser et chercher une autre partie du végétal pour se fixer à leur tour.

Lorsque l'insecte est élevé pour l'obtention de la résine qu'il exsude, on coupe les rameaux immédiatement avant que les larves soient arrivées à l'état adulte et on les place sur d'autres parties de la plante qui sont rapidement infestées par les jeunes larves. Il y a par an deux générations, l'une en juillet, l'autre en décembre.

Cet élevage, comme toutes les cultures, a ses ennemis parmi lesquels les plus redoutables sont les fourmis et les teignes. Certains auteurs ont prétendu que la présence du *Tachardia* était néfaste pour l'arbre qui les portait, mais d'autres attribuent surtout les torts causés aux plantes sur lesquelles se

développent des *Tachardia lacca*, aux soins défectueux et à la récolte mal comprise, telle qu'elle est faite par l'indigène.

La matière résineuse excrétée par l'insecte est la laque; elle est recueillie dès que les larves ont quitté les cavités, et les rameaux qui portent ce produit sont souvent vendus dans les bazars indiens sous le nom de " stock lack „ ou laque en bâton. L'indigène concasse dans des moulins toute la branche, et la résine réduite en poudre est séparée par tamisage des résidus d'écorce et de bois. La poudre de résine, ainsi obtenue, est mise en macération dans l'eau pendant vingt-quatre heures, puis malaxée sous l'eau. Cette dernière est alors assez fortement colorée en pourpre clair, et c'est elle qui constitue la teinture de laque. Quant à la partie insoluble, elle est mélangée à un peu d'orpiment et à de la résine en faible proportion de façon à lui donner une couleur jaune-paille clair et à abaisser son point de fusion, ce qui facilite les opérations que la préparation de la laque nécessite.

Dans certaines fabriques indigènes, après avoir fait fondre la laque placée dans un sac devant le feu, on l'étend sur des feuilles de bananiers, en couche uniforme. Dans les fabriques un peu perfectionnées, on a remplacé les feuilles de bananiers par des tuiles polies. On obtient ainsi la laque en feuilles.

La composition chimique de la laque est très complexe et quand on compare les résultats des analyses de divers auteurs, on trouve de nombreuses divergences.

On connaît les usages industriels et artistiques de la laque ; l'indigène utilise ce produit pour l'ornementation de beaucoup de ses ouvrages en bois et en métal. Dans les Indes la laque trouve aussi un grand débouché parmi les orfèvres et les lapidaires qui l'emploient pour enchâsser les pierres précieuses. Les peintres emploient la laque concurremment avec la teinture et en mélangeant laque, teinture de laque et divers produits artificiels ils obtiennent des effets très réussis. Les dames hindoues se servent aussi de la teinture de laque pour se teindre la plante des pieds et la paume des mains. En Europe et en Amérique, il n'y a plus guère que la laque proprement dite qui ait une certaine importance; elle entre dans la fabrication de vernis à l'alcool et les solutions très concentrées sont parfois employées comme ciment.

Nous ne voulons pas allonger cette note, dont les éléments nous ont été fournis par une intéressante étude publiée dans l'Agricultural Ledger, en donnant des statistiques du com-

merce de ce produit; ces données sont cependant intéressantes, car elles montrent que depuis 1876 l'exportation de la laque en écaille a augmenté graduellement; elles font voir aussi que l'Angleterre, qui jusqu'en 1898 importait le plus de laque, en importe depuis beaucoup moins que l'Amérique ; que l'importation en Europe continentale, bien que encore croissante, est plus faible qu'en Angleterre ; et que l'exportation totale de la teinture de laque, très importante en 1877 — elle comportait alors plus de 85 000 kilogrammes — est tombée en 1900 à 50 kilogrammes.

La flore du Krakatau. — On se rappelle encore la terrible éruption du Krakatau qui a fait tant de victimes et qui a laissé au milieu de la mer trois îlots privés de végétation. Depuis 1883, époque à laquelle se produisit cette catastrophe, une flore très variée ne s'est pas encore reconstituée sur ces îlots.

Lorsque, en 1886, M. le Dr M. Treub, le savant directeur du Jardin botanique de Buitenzorg, fit une première excursion à Krakatau afin de juger des éléments qui constituaient le fondement de la nouvelle flore, il y découvrit 26 plantes vasculaires.

Depuis lors, l'île de Krakatau n'a pas été souvent visitée et surtout n'a pas servi à des recherches biologiques.

En 1897, notre regretté confrère le Dr G. Clautriau fit, pendant le courant de mars, une excursion dans cette île en compagnie du Dr Raciborski, mais ne rapporta point d'échantillons botaniques. M. le professeur O. Penzig, directeur du Jardin botanique de Gênes, de passage à Java à la même époque que Clautriau, se rendit également à Krakatau et étudia assez particulièrement la flore, sur les progrès de laquelle il a publié dans les Annales du Jardin botanique de Buitenzorg (1902), une étude spéciale.

Tandis qu'en 1886 la flore ne comprenait que 26 plantes vasculaires parmi lesquelles les fougères étaient surtout nombreuses, M. Penzig put récolter 62 types de plantes supérieures, dont 50 appartiennent au groupe des phanérogames et 12 à celui des cryptogames vasculaires. Lors de la visite de M. le Dr Treub, sur les 26 plantes, 15 appartenaient aux diverses familles de phanérogames et 11 au groupe des fougères. Il faut cependant noter que M. le professeur Penzig n'a pas rencontré 3 phanérogames et 4 fougères récoltées jadis par M. Treub ; il n'est pas probable que ces espèces aient disparu de l'îlot, et l'on peut supposer que la flore est composée d'un peu plus de 62 espèces. Les plantes recueillies par M. O. Penzig sur Kra-

katau, Verlaten Eiland et Lang Eiland, deux îles volcaniques situées aux environs de Krakatau, sont les suivantes :

Apocynacées : *Cerbera Odallam* Gärtn.

Casuarinacées : *Casuarina equisetifolia* Forst.

Combretacées : *Terminalia Catappa* L.

Compositacées : *Wedelia asperrima* Boerl. ; *Wedelia scabriuscula* Bourl. ; *Blumea balsamifera* DC. ; *Blumea hieraciifolia* DC. ; *Pluchea indica* Less. ; *Vernonia cinerea* Less. ; *Emilia Sonchifolia* DC.

Convolvulacées : *Ipomoea Pes-Caprae* Roth.

Cypéracées : *Cyperus digitatus* Roxb. ; *Fimbristylis spathacea* Roth. ; *Lipocarpha foliosa* Miq.

Euphorbiacées : *Euphorbia pilulifera* L.

Goodeniacées : *Scaevola Koenigii* Vahl.

Graminacées : *Gymnothrix elegans* Busc. ; *Phragmites Roxburghii* Steud. ; *Spinifex squamosus* L. ; *Imperata arundinacea* Cyr. ; *Saccharum spontaneum* L. ; *Pogonatherum crinitum* Trin. ; *Ischaemum muticum* L.

Guttiféracées : *Callophyllum inophyllum* L.

Lauracées : *Cassytha filiformis* L.

Léguminosacées : *Albizzia stipulata* Boiv. ; *Canavalia obtusifolia* DC. ; *Desmodrium umbellatum* DC. ; *Entada Pursaetha* DC. ; *Erythrina indica* Lam. ; *Erythrina ovalifolia* Roxb. ; *Sophora tumentosa* L. ; *Vigna lutea* DC. ; *Vigna lateola* DC.

Malvacées : *Hibiscus tiliaceus* L.

Melastomacées : *Melastoma polyanthum* Bl.

Myrtacées : *Barringtonia speciosa* L. ; *Barringtonia Vriesei* L. ; *Eugenia speciosa* L.

Orchidacées : *Spathoglottis plicata* Bl. ; *Vanda Sulingi* Bl. ; *Arundina speciosa* ; *Phajus* sp.

Palmacées : *Cocos nucifera* L.

Pandanacées : *Pandanus littoralis* Jungles.

Rubiacées : *Morinda citrifolia* L.

Sterculiacées : *Melochia indica* A. Gr.

Urticacées : *Ficus toxicaria* L. f. ; *Ficus hispida* L. f. ; *Ficus leucantatoma* Poir.

Polypodiacées : *Acrostichum aureum* L. ; *Acrostichum scandens* Im. ; *Aspidium vile* Kunze ; *Blechnum orientale* L. ; *Gymnogramme calomelanos* Kaulf. ; *Nephrodium cucullatum* (Bl.) Baker ; *Nephrolepis exaltata* Schott ; *Polypodium quercifolium* L. ; *Pteris aquilina* L. ; *Pteris longifolia* L.

Ophioglossacées : *Ophioglossum moluccanum* Schl.

Lycopodiacées : *Lycopodium cernuum* L.

Pour avoir l'énumération complète des espèces trouvées jusqu'à ce jour à Krakatau, Lang Eiland et Verlaten Eiland, il faut ajouter à cette liste :

Hernandia sonora, *Wollastonia* sp., *Tournefortia argentea*, *Nephrodium calcaratum*, *Nephrodium flaccidum*, *Pteris marginata et Onychium auratum*, qui avaient été trouvées par M. le Dr M. Treub et n'ont pas été rencontrées par M. Penzig.

Si l'on jette un coup d'œil sur cette liste et que l'on recherche l'habitat de ces diverses espèces, on remarque que la plupart d'entre elles sont des plantes très répandues sous les tropiques des deux hémisphères. On peut dès lors se demander comment ces plantes si répandues sont arrivées sur ces îles désertes et les ont petit à petit repeuplées. On peut admettre que les fougères ont, comme toutes les plantes sporifères, été dispersées par le vent qui en aura amené les spores sur les îles volcaniques.

Parmi les phanérogames, 17 espèces (32.07 p. c.) doivent être considérées comme importées par le vent, grâce soit à la petitesse des fruits ou des graines, soit à la présence d'ailes. Ces 17 espèces comprennent 8 composées :

Wedelia asperrina ; Wedelia scabriuscula ; Blumea balsamifera ; Blumea hieraciifolia ; Pluchea indica ; Vernonia cinerea ; Emilia sonchifolia ; Wollastonia sp.

5 Graminées :

Gymnothrix elegans ; Phragmites Roxburghii ; Imperata arundinacea ; Saccharum spontaneum ; Pogonatherum crinitum.

4 Orchidées :

Spathoglottis plicata ; Vanda Sulingi ; Arundina speciosa ; Phajus sp.

Les plantes dont les fruits ou les graines sont amenés par les courants marins, existent en bien plus grand nombre ; dans cette flore ébauchée, on en compte 32, c'est-à-dire 60.39 p. c. Ce sont : *Cerbera Odallam, Terminalia Catappa, Tournefortia argentea, Ipomoea Pes-Caprae, Casuarina equisetifolia, Cyperus digitatus, Fimbristylis spathacea, Lipocarpha foliosa, Euphorbia pilulifera, Scaevola Koenigii, Spinifex squamosus, Ischaemum muticum, Callophyllum inophyllum, Cassytha filiformis, Hernandia sonora, Entada Pursaetha, Albizzia stipulata, Vigna lutea, Vigna luteola, Canavalia obtusifolia, Desmodium umbellatum, Erythrina oralifolia, Erythrina indica, Sophora tumentosa, Hibiscus tiliaceus, Barringtonia speciosa, Barringtonia*

Vriesei, Eugenia speciosa, Cocos nucifera, Pandanus littoralis, Morinda citrifolia, Melochia indica. Et la plupart de ces espèces appartiennent à la flore typique des côtes des îles de l'archipel malais; beaucoup d'ailleurs, grâce à la propriété de leurs graines de conserver longtemps leur pouvoir germinatif, même en présence de l'eau de mer, ont une dispersion très vaste à la surface du globe.

Un troisième facteur est intervenu pour peupler ces îlots, ce sont les oiseaux, mais on ne peut guère considérer que 4 espèces introduites de cette manière, donc 7,54 p. c.; ce sont : *Melastoma polyanthum, Ficus toxicaria, Ficus leucantatoma* et *Ficus hispida* dont les fruits sont mangés par les oiseaux et dont les graines ont probablement été dispersées après avoir passé par le tube digestif; et encore cette proportion paraît devoir être trop forte, car M. Penzig n'a rencontré deux des *Ficus* de cette dernière catégorie que sur Lang Eiland, qui a été plus fréquemment visité par les hommes ; ces deux espèces auraient donc pu également être amenées par cette voie.

Au bord des îles, sur l'estran on rencontre surtout les plantes telles que *Ipomoea Pes-Caprae*, une convolvulacée très répandue dans les régions tropicales; la formation si caractéristique de la *Mangrove* ne s'est pas encore constituée, on ne trouve nulle part encore de vraies forêts. Vers l'intérieur des terres, on rencontre une sorte de savane dans laquelle dominent les grandes graminées. Sur les hauteurs, les herbes réduites dominent mélangées aux fougères et à quelques phanérogames éparses; sur les parois des rochers, ce sont encore actuellement les fougères que l'on rencontre en plus grand nombre. Il s'écoulera sans aucun doute de nombreuses années encore avant que la surface de ces îles volcaniques soit recouverte d'une terre humifère suffisamment riche pour permettre le développement de grands arbres et la reconstitution de forêts tropicales.

Christophe Colomb, premier planteur de cannes à sucre en Amérique. — D'après un article paru dans le American Agriculturist, c'est à Christophe Colomb que l'on doit l'importation de la canne à sucre en Amérique ou du moins dans les Indes Occidentales et les premières cultures de cette plante, qui est devenue si importante pour le commerce de l'Amérique Centrale.

Les Espagnols connaissaient depuis fort longtemps la culture de la canne qui se cultivait chez eux, et des plantations de cannes à sucre existaient également dans les îles Canaries où

s'arrêtaient les bateaux en route pour le nouveau monde. Christophe Colomb d'ailleurs appréciait fort cette plante dont il connaissait la grande valeur et les nombreux usages ; il l'avait vue à Madère, et en écrivant de la ville Isabella, le 30 janvier 1494, au roi Ferdinand et à la reine Isabelle, il leur disait que, quand une caravelle passerait à Madère, elle devrait charger pour les colons cinquante pintes de mélasse " car cela est le meilleur et le plus sain aliment du monde „ et dix caisses de sucre.

Des considérations personnelles amenèrent en outre Christophe Colomb à essayer la culture de cette plante ; pendant son séjour à Puerto-Santa, dans le domaine de sa femme où naquit son fils Diégo, il eut constamment à entendre les doléances de sa belle-mère qui regrettait vivement que la culture de cette plante si utile ne pût se faire dans le nouveau monde. Comme les deux femmes regrettaient si ardemment leur patrie, Madère, et ses plantations de cannes à sucre, il est tout naturel que lors de son second voyage Christophe Colomb emportât avec lui à Haïti des plants de canne.

Parti de Cadix, il arriva à Bonera le 5 octobre et y prit des cannes qu'il transporta à Hispaniola où il arriva fin novembre : il les planta vers le milieu de décembre dans un endroit qu'il avait choisi lui-même. Le 24 mai 1494, de retour dans cette île, il fut stupéfait de voir la vigueur de ses plantes qui en deux semaines de temps mesuraient soixante centimètres de haut.

Christophe Colomb était si pressé de juger de la valeur de ses cannes, qu'il fit immédiatement faire des essais sur leur teneur en sucre ; le résultat de cette analyse fut naturellement médiocre, car les cannes n'avaient pas encore atteint leur maturité. Cependant cette première plantation fut l'origine de toutes celles des îles avoisinantes où l'on installa bientôt partout des exploitations pour préparer de la mélasse et du sucre en vue des besoins locaux ; petit à petit les installations furent agrandies et l'on prépara du sucre pour les besoins du commerce, mais cela ne se fit que peu à peu car il manquait aux Espagnols le capital pour installer cette industrie sucrière naissante sur une grande échelle ; ce qu'ils voulaient trouver dans ce nouveau monde, c'était l'or.

Ferdinand et Isabelle aidèrent puissamment la culture dans ces régions et encouragèrent par des privilèges les propriétaires à cultiver différentes plantes, entre autres la canne. En décembre 1615, Oviedo, à son retour de voyage, présenta au roi à Séville,

cinq caisses de sucre, les premières que le roi reçut du nouveau monde et les premières qui arrivèrent en Espagne.

Reste à savoir exactement à quel endroit a été introduite la canne. D'après les cartes de Saint-Domingue publiées à Paris en 1858 par Schomburgh, il paraît que la ville Isabella, dans les environs de laquelle les premières plantations ont été faites, se trouvait à l'embouchure du fleuve Isabella, dénommé " Bahabonico „ par les indigènes.

É. D. W.

SCIENCES AGRICOLES

Nous allons passer sommairement en revue la situation agronomique de nos provinces belges, telle qu'elle ressort d'une période qui restera mémorable par des conditions climatériques exceptionnelles.

Quoi qu'en disent certains météorologistes en chambre qui contestent nos griefs contre les appareils enregistreurs, fort de nos impressions personnelles confirmées par les observations concordantes et précises des agronomes de l'État, nous persistons à affirmer que l'année agricole 1902 a été exceptionnelle par ses basses températures et son humidité.

Ces chroniques agricoles sont souvent de lecture aride, et les matières d'intérêt dominant se perdent généralement dans les détails ; aussi nous sommes-nous imposé de nous en tenir pour chaque province aux points qui constituent sa caractéristique en procédant par ordre alphabétique.

Anvers. — Sous l'influence du temps pluvieux et froid, la production du seigle en grain a été inférieure au rendement en paille : 1700 ou 1800 kilos de grain contre 4500 à 5000 kilos de paille, mais la rentrée a été difficile à cause des pluies incessantes et des vents violents.

Les avoines, dont la culture s'étend, ont été très bonnes, quoique fort contrariées par les pluies ; la récolte et la rentrée ont été fort difficiles.

Les pommes de terre, de si belle apparence au début, ont été dévastées par le *Pronospora infestans*, par suite et sous l'in-

fluence du mauvais temps, le rendement en a été inférieur à 1500 kilos l'hectare.

Brabant. — L'état de la récolte de céréales peut se résumer ainsi : résultats moyens pour l'escourgeon et le froment, médiocres pour le seigle, médiocres aussi pour l'avoine, surtout comme qualité; la paille toutefois a été assez abondante.

Les betteraves sucrières, dont la richesse saccharine s'est élevée sous l'influence de quelques beaux jours, ont donné un rendement moyen de 25 000 à 30 000 kilos à l'hectare.

Les betteraves fourragères ont pris également un beau développement.

Les pommes de terre de rendement variable sont, en moyenne, plus petites qu'à l'ordinaire et ont souffert du *Phytophtora*.

Les applications de bouillie bordelaise préconisées par M. le Directeur général Proost, à Mousty, ont paru donner des résultats généralement favorables.

Les trèfles et les luzernes ont donné deux belles coupes.

Les houblons ont mûri tardivement.

Le bétail maigre est resté cher et fort recherché, le gras se vend bons prix, les vaches à lait sont chères comme dans tout le pays du reste.

Le commerce des chevaux reste inactif et les prix ne sont pas satisfaisants.

Sauf les poires, abondantes, et les raisins de serre, dont les prix ont considérablement baissé, les fruits fins sont chers.

Flandre Occidentale. — Les averses torrentielles et froides ont endommagé les récoltes de froment et d'avoine, mais les champs qui ont résisté à la verse fournissent un rendement très satisfaisant dans les terrains forts ; de même pour le froment, le seigle et l'avoine dans la partie sablonnense.

Le rendement du seigle varie de 1500 à 3200 kilos à l'hectare, celui de l'avoine de 3000 à 4400 kilos.

Les féveroles et les pois ont donné un assez bon rendement.

Les plantes-racines (betteraves, chicorées, carottes) ont donné un assez bon rendement, sauf dans les terres basses et humides.

Le rendement des pommes de terre a été inférieur de 3000 à 4000 kilos à celui de l'an dernier ; la qualité laisse généralement à désirer.

L'arrachage du lin s'est fait par un temps propice ; la qualité du textile s'est toutefois ressentie de la verse. Quant au rende-

ment, il est généralement satisfaisant : 5600 à 6200 kilos en terre sablonneuse, 5500 à 8000 kilos en terre poldérienne ; peu de semence : 100 à 200 kilos par hectare dans la zone sablonneuse et 200 à 600 kilos dans les polders (moyennement 5000 kilos égrené et 300 kilos graines). Le lin s'est vendu 700 à 1100 francs l'hectare.

Les navets laissent à désirer comme qualité dans les terres basses; dans les terres fortes, ils ont été attaqués par les limaces et les altises.

Les prairies ont donné une forte récolte de bon foin, et les pâtures une herbe abondante. On a pu compter sur une bonne dernière coupe pour les fourrages verts en général.

Une pâture a été louée par le Syndicat d'élevage de chèvres d'Eerneghem pour élever des chèvres de bonne origine, au nombre d'une trentaine.

Les chevaux, en baisse d'abord, sont remontés fin de la saison.

Le bétail gras et les vaches pleines ont été constamment recherchés, et à bons prix ; les porcs gras sont restés chers par continuation ; le prix des gorets, fortement en baisse en septembre, est remonté à 17 et 25 francs de 12 et 18 francs.

Avec la baisse de la paille et du foin le beurre a été bon marché.

Le prix de la chicorée a haussé de plus de 50 p. c.

La cueillette du houblon a été favorisée par le temps; rendement élevé et de première qualité; on a réalisé le prix de 75 à 80 francs par 50 kilos.

Le tabac a donné une récolte élevée en poids et de qualité supérieure.

Flandre Orientale. — Le rendement du seigle est bon, en qualité et en quantité. L'avoine, de qualité ordinaire, a été retardée par le mauvais temps.

Les pommes de terre, contrariées dans leur végétation, ont donné une récolte de petite moyenne et de qualité assez médiocre, de conservation difficile.

Le lin généralement médiocre, surtout à cause de la verse, n'a guère pu se vendre au-dessus de 800 francs l'hectare.

Le rendement des betteraves fourragères et sucrières a été assez bon.

Les essais de culture de houblon paraissent avoir réussi et la qualité en a été payée très favorablement dans la brasserie.

Sauf les navets, les cultures fourragères ont été généralement

bonnes. Les oignons ont donné de forts rendements : 35 000 kilos en moyenne à l'hectare, dans les environs de Termonde.

Hainaut. — Trop d'eau, manque de chaleur, de lumière, récolte et rentrée des céréales dans de mauvaises conditions ; les betteraves sont restées courtes et racineuses, mais d'une richesse plus élevée qu'on n'aurait pu le prévoir : 30 000 à 35 000 kilos à l'hectare, richesse 13,50 à 14 p. c.

Cette culture tend par continuation à perdre de son importance.

Tous les fourrages sont abondants.

La maladie a causé un tort considérable aux pommes de terre. Les pluies ont contrarié les applications de bouillie bordelaise : en somme, récolte faible et de qualité médiocre. Si, avec cela, on considère que bien peu d'avoines, par suite de l'égrenage, sont exemptes de mauvais goût, on peut affirmer que l'année agricole qui vient de finir est une des plus mauvaises qu'on ait jamais eues.

Liége. — Pluies torrentielles ; les récoltes rentrées humides se sont échauffées en grange et en meule. Les betteraves et les pommes de terre ont aussi beaucoup souffert, les premières ont donné de 7000 à 8000 kilos de moins qu'en 1901. Les pommes de terre, un gros tiers de moins qu'en 1901.

Par contre, les plantes fourragères ont bien donné. Les fruits ont été rares et chers.

La température a été inférieure à la normale, et la récolte difficile : le froment à moitié bon, le seigle, bon comme paille, mais laissant à désirer comme grain. Les avoines sont rentrées tardivement et en mauvais état. Les pommes de terre ont été abondantes, mais petites ; les fruits rares, médiocres et très chers ; les pommes de terre ont atteint les prix de 16 à 25 francs. Le pays de Herve reste rebelle à la création de coopératives.

Limbourg. — La seule province où l'on paraisse avoir été satisfait d'une sécheresse tempérée par des pluies et de la rosée. La récolte du seigle a été contrariée par les pluies dans la dernière partie ; cependant la paille a donné abondamment et le rendement en grain a été bon.

Les betteraves et les cultures dérobées ont donné des résultats satisfaisants ; les fourrages ont été abondants et de bonne qualité, sauf toutefois le trèfle et le regain.

Le commerce du bétail a été animé.

Les pommes de terre, ni volumineuses ni saines, ont donné peu.

Les betteraves ont été meilleures comme quantité et richesse de saccharine que les apparences ne permettaient de l'espérer.

Luxembourg. — Des pluies torrentielles ont nui à presque toutes les récoltes indistinctement.

Les avoines bonnes, grain et paille, mais de qualité secondaire.

Les pommes de terre ont beaucoup souffert de la maladie.

Les fourrages et le foin, abondants et de bonne qualité, sont bien rentrés, sauf à la fin.

On a signalé à la fin de la saison une baisse marquante sur les porcelets.

Le seigle, comme l'avoine, a mûri irrégulièrement, et son rendement en grain a été en dessous de la moyenne : 1000 kilos par hectare.

Les pâtures n'ont guère souffert, en apparence au moins, mais l'herbe gorgée d'eau était moins favorable au bétail.

Les rutabagas, betteraves et carottes fourragères ont bien donné; mais le tabac a été contrarié par les gelées de septembre.

Namur. — Des pluies fréquentes et froides ont contrarié la rentrée des récoltes, en rendant les travaux longs et pénibles. — Les récoltes de céréales étaient abondantes mais beaucoup versées. Beaucoup d'avoines aussi ont fermenté. Les betteraves sucrières tendent à diminuer. Les pâturages ont donné généreusement, sauf dans les prés bas et humides. Le rendement du tabac de la Semois a été moindre et la qualité a laissé à désirer.

Comme on vient de le voir, dans cette revue rapide que nous venons de faire de la situation agronomique du pays, nous nous sommes attaché surtout à toutes les productions végétales: il nous reste à dire quelques mots encore sur nos principaux **élevages d'animaux de la ferme**.

Pour ce qui est du bétail, le Concours national des 26 et 27 avril est venu attester une fois de plus les progrès marquants de nos races nationales, et en particulier de la race bleue dite belge, sur laquelle se concentrent les efforts des éleveurs de la Hesbaye et du Brabant, et qui déjà est arrivée à réunir les caractères fixes d'une race bien déterminée. Elle est de proportions harmonieuses et à deux fins ; on s'accorde cependant à constater que

les qualités de la laitière sont plutôt restées en état d'infériorité, mais on peut y remédier.

C'est à la prochaine Exposition-Concours de Bruges qu'auront l'occasion de se produire, en rapprochement instructif et profitable, les races de l'ouest des Flandres française et flamande, mêmes races sauf quelques nuances : on y constatera en particulier, la supériorité des taureaux en France et celle des vaches en Belgique.

La caractéristique du Concours de Bruges réside dans l'organisation de ses diverses sections: ainsi des commissaires spéciaux pour chaque branche ont été chargés de composer le bureau de cette section, pour aviser ensemble à l'élaboration de programmes spéciaux : excellente méthode pour arriver à la réalisation d'un travail bien harmonisé.

Les chevaux sont restés le triomphe de nos élevages du centre du pays, triomphe consacré par le Concours universel de Paris en 1900, en concurrence avec l'univers entier.

Il nous reste à traiter encore la question à l'ordre du jour, l'amélioration de la race porcine.

La Commission instituée par M. le ministre De Bruyn, en juin 1898, encouragée et soutenue par son successeur M. le baron van der Bruggen, un agronome émérite, a poursuivi son étude approfondie dans toutes les régions du pays : l'on sait que, après avoir tout d'abord tendu à la diffusion du pur sang de Yorkshire, la Commission, personnifiée par les hommes qu'elle compte à sa tête, sans vues préconçues, animés du seul désir de faire œuvre utile et durable, ne s'est pas entêtée dans cette idée exclusive et, sans renoncer au Yorkshire comme élément d'amélioration immédiat par premier croisement, a songé à mettre en pleine lumière, à leur véritable place, en les encourageant de toutes les manières, les milieux et les élevages jouissant d'une réputation reconnue ou susceptibles de l'acquérir. Une série de concours institués pour tout le pays par série de trois provinces en commençant par les deux Flandres et le Brabant, a produit, pour ses débuts, des effets remarquables : la Flandre Occidentale et le Brabant se sont disputé une série de prix et de récompenses, et les résultats acquis dépassent tout ce qu'il était possible d'espérer.

Il est vrai que des visites préliminaires des établissements inscrits avaient permis d'éliminer tous les établissements qui ne présentaient pas les conditions voulues.

En 1903 un nouveau concours est ouvert qui, sans être aussi

brillant peut-être que le premier, pourrait cependant nous réserver d'agréables surprises ; il comprend les provinces d'Anvers, Liége et Limbourg.

Cette voie nouvelle dans laquelle est entrée la Commission nous paraît incontestablement la bonne; c'est la méthode la plus rationnelle et la plus économique pour arriver à assigner à la race porcine le rôle si important qu'elle est appelée à remplir dans l'ensemble de toute notre économie agricole.

Un mot encore au sujet de la chèvre dont l'importance n'avait pas échappé à la clairvoyance de notre Directeur général M. Proost. Cette année, elle vient de conquérir, elle aussi, sa place au soleil, grâce à la Société nationale pour l'amélioration de la chèvre en Belgique ; c'était combler une lacune manifeste dans l'ensemble de nos œuvres économiques agricoles.

L'utilité de la chèvre étant bien affirmée, il s'agit d'en retirer par des soins intelligents le maximum de rendement ; or, si la chèvre, accessible aux ménages les plus modestes, est déjà plus répandue en Belgique qu'on ne le croit généralement (on en évalue le nombre à 650 000), tout le monde s'accorde à dire qu'elle est bien négligée, bien appauvrie. Le groupement centralisé que représente la Société pour l'amélioration de la chèvre en Belgique, a pour but précisément d'entreprendre une campagne de réhabilitation en faveur de la chèvre et, sans aucune préoccupation de sport, au contraire, de seconder les associations locales et les particuliers disposés à travailler à son amélioration et à sa vulgarisation.

La Société compte sur le concours de tous ; la cotisation de membre est minime ; M. Albert Henry, 45, rue de la Ruche, à Bruxelles fournira complaisamment sur demande tous les renseignements sur les conditions du programme, des statuts et de l'inscription comme membre.

Finissons par une dernière bonne nouvelle, la mise à l'étude sérieuse et prochaine de la carte agronomique de la Belgique : les idées paraissent cette fois s'être définitivement fixées et ne tarderont point à prendre corps. Saluons-en l'augure.

H^te^ R.

SYLVICULTURE

—

Genévrier millénaire. — L'Amérique, qui est par excellence le pays des choses et des faits extraordinaires, est aussi le pays des très vieux arbres. Nous avons mentionné, dans notre dernier bulletin, une sorte de forêt fossile dont les arbres, couchés, enfouis sous une couche épaisse de terreau naturel pourraient invoquer une antiquité plusieurs fois séculaire.

Voici qu'on nous signale des genévriers sur pied parvenus à un âge digne de celui des patriarches antédiluviens. C'est dans les montagnes du Colorado, près du pic de Pike, en un territoire connu sous l'appellation pompeuse de *Jardin des dieux*. Un voyageur, M. C.-E. Bessey, visitant ce lieu, fut frappé de l'apparence de grand âge que présentait un groupe de genévriers d'une espèce particulière, *Juniperus monosperma*. L'un de ces arbres, abattu depuis peu, gisant sur le sol, il prit la peine de compter, au pied du tronc, les couches concentriques du bois. Il en compta sans trop de peine huit cents, en allant de la circonférence vers le centre ; là, les couches plus minces étaient aussi moins distinctes et partant plus difficiles à compter. En sorte que, en ajoutant aux 800 couches inventoriées ce qu'il pouvait évaluer du surplus, il arrivait à cette conclusion que l'arbre en question devait avoir plus de 800 ans, peut-être un millier d'années (1).

Mais qu'est-ce que ce genévrier *monosperme* ? Il nous est inconnu ; et Carrière qui, dans son très complet *Traité général des Conifères*, mentionne près de quarante espèces de genévriers, sans compter une synonymie interminable, ne fait nulle part mention de cette variété monosperme.

Dans l'article très étendu de son livre concernant le clan nombreux des *juniperus*, il mentionne, sous la rubrique : *Espèces mal connues*, quatre ou cinq types parmi lesquels il signale un *juniperus gigantea*, Roelz. " arbre magnifique de 25 à 30 mètres de hauteur sur près de 1 mètre de diamètre à la base, très droit ". D'après le botaniste anglais Gordon, le genévrier géant se rencontre principalement sur les montagnes du Mexique, voisines

(1) Cf. Cosmos du 27 décembre 1902.

de Tenancingo, à 2000 et 2500 mètres d'altitude (1). Serait-ce là le genévrier monosperme ?

Du Mexique au Colorado, il y a une distance dans le genre de celle de Marseille à Lille, ou de Gênes à Anvers. Mais des altitudes atteignant et dépassant 2000 mètres, égalisent les différences de latitude ; et comme d'autre part le *J. gigantea* est donné dans les catalogues d'horticulture de la maison Blondeau de Jussieu comme offrant aux injures de l'air une résistance des plus prolongées, il n'y aurait rien d'impossible à ce que *J. monosperma* et *J. gigantea* ne fussent qu'une seule et même espèce, une grande longévité s'associant volontiers à une résistance plus grande du bois à la décomposition.

Un baobab remarquable. — On signale, non loin de Dakar, près du Cap Vert, un baobab qui ne mesurerait pas moins de 23 mètres de circonférence — soit 7m,35 de diamètre — à la base. La hauteur du tronc ne dépasserait pas une dizaine de mètres, mais ses branches atteindraient vingt mètres de longueur avec un diamètre comparable à celui de nos plus gros vieux chênes (2).

Le Baobab, en botanique *Adansonia*, du nom de l'explorateur Michel Adanson qui le découvrit au Sénégal dans la seconde moitié du XVIIIe siècle, appartient à la famille des Malvacées. Les dimensions de celui des environs du Cap Vert ne seraient pas au maximum de celles que ses pareils peuvent atteindre. Adanson en aurait trouvés mesurant plus de dix mètres de diamètre, soit 32 mètres de circonférence ; et, d'après ses calculs, ces arbres, parvenus à une telle grosseur, compteraient plusieurs *milliers d'années* d'existence. Comme d'ailleurs ils ne présentaient aucun signe de dépérissement, il en concluait à une longévité indéfinie. Mais il faut se défier des calculs de cette nature : la végétation tropicale qui ne subit pas, comme la nôtre, le repos hibernal annuel, et qui bénéficie, non loin du littoral, à la fois d'un climat de feu et des effluves marins, possède une activité sans comparaison avec la végétation de nos climats. Toutefois, réduisît-on cet âge de moitié ou même des deux tiers, ce serait encore d'une longévité fort respectable.

Le poids des énormes branches du baobab les fait parfois s'incliner jusqu'à terre, en sorte que le développement en sur-

(1) Voir nos *Conifères indigènes et exotiques*, t. II, pp. 187-188 (Paris, Laveur), où nous avons pu réunir, sur le *Juniperus gigantea*, quelques renseignements de plus que dans le livre de Carrière.

(2) La Libre Parole, du 22 juillet 1901.

face d'un seul arbre peut présenter l'aspect de tout un petit massif forestier.

La fleur, hermaphrodite et de grandes dimensions, produit un fruit ovoïde de la grosseur d'un melon. Il est divisé intérieurement en dix ou douze loges contenant une pulpe acidulée avec des graines rappelant la forme du haricot de Soissons. Les indigènes utilisent la pulpe, les graines et les feuilles en médicaments contre la dysenterie, la sudoration et les fièvres putrides.

Les reboisements. — Ce n'est pas seulement au point de vue de la restauration des montagnes et de l'extinction des torrents ou de la fixation et consolidation des dunes maritimes que les reboisements sont chose recommandable. Au point de vue économique ils n'offrent pas moins d'importance, surtout aujourd'hui où il est démontré que si les bois de feu n'ont plus grand avenir en présence de l'emploi toujours croissant des combustibles minéraux, la consommation des bois d'œuvre est par contre constamment supérieure à la production naturelle non seulement en Europe mais dans le monde entier (1). On le reconnaît en Belgique, et dernièrement un journal de ce pays, L'Opinion,

(1) Voir la livraison de janvier 1901 de cette Revue où sont exposées, avec chiffres à l'appui, les consommations de bois d'œuvre presque partout supérieures à la production, et la somme totale des volumes de bois importés dépassant celle des bois exportés, d'après un relevé très soigneusement fait, par M. Mélard, inspecteur des Eaux et Forêts, sur les registres commerciaux et de douane de tous les pays. D'où cette conséquence que dans cinquante ans au plus, il y aura disette de bois d'œuvre dans le monde. Un agronome anglais, le Dr Schlich, qui s'est livré à un travail analogue, estime que cette disette se fera sentir beaucoup plus tôt. Il évalue l'étendue totale des forêts de l'Europe à 303 232 000 hectares représentant 31 p.c. (soit près du tiers) de la surface totale de ce continent ; sur lesquels un tiers seulement, ou 100 000 000 d'hectares environ, serait apte à fournir des bois d'œuvre. Le déficit annuel en cette matière serait, pour l'Europe seulement, de 2 620 000 tonnes, et l'auteur de cet exposé estime que dans dix ans le déficit s'élèvera à 2 ou 3 fois cette quantité (cf. Rev. des E. et F., mars 1901 : *Chronique*). Un docteur allemand, M. Endres, professeur à l'Université de Munich, ayant contesté les chiffres et les conclusions de M. Mélard, le Dr Schlich lui démontra, par ses propres chiffres et par des considérations économiques et géographiques dont M. Endres n'avait pas tenu compte, que le cri d'alarme de M. Mélard n'est que trop fondé (cf. *Chronique* de la Rev. des E. et F. de juillet 1901). Du reste, cette prévision d'une prochaine disette de bois d'œuvre avait été déjà signalée, bien qu'avec moins de retentissement, par la Revue des Deux Mondes, en septembre 1871, avril 1876 et avril 1877.

exprimait l'inquiétude que lui causait l'élévation constante du prix des bois de construction, notamment de ceux de croissance lente comme le chêne qui menacent de disparaître le plus promptement, et que l'on remplace, pour les appontements des bassins et des ports belges, par des pièces d'eucalyptus venues d'Australie. Le rédacteur de L'Opinion envisage le moment où, même les réserves des pays neufs, comme l'Océanie, les États-Unis et le Canada, ayant épuisé leur fonds forestier, " il faudra aviser à remplacer le bois de construction par *autre chose* „ (?); en attendant il adjure l'État de reboiser au plus vite les terrains domaniaux et de provoquer l'introduction et l'entretien des essences précieuses dans les domaines des hospices, " de cette main-morte hospitalière que l'absence des mutations rend propre à des essais patients et de longue durée „.

A quoi le Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique (1) répond que le vœu du journal L'Opinion est depuis longtemps en voie de réalisation, le boisement des terrains incultes ayant pris depuis plusieurs années un essor considérable, et le gouvernement encourageant par d'importants subsides les communes qui repeuplent leurs forêts ruinées ou boisent leurs landes, enfin l'État lui-même s'occupant activement d'assainir et d'emplanter en essences forestières les terrains tourbeux et marécageux domaniaux, tandis que l'administration forestière incite de son mieux les communes et les établissements publics propriétaires de bois à diriger leurs exploitations en vue de la production des bois d'œuvre et de l'établissement d'une belle réserve de futaies au-dessus des taillis.

Et le Bulletin termine l'exposé ici résumé par cette importante constatation : " La sylviculture n'est plus aujourd'hui délaissée ; elle est l'objet de la sollicitude constante du gouvernement „. Constatation à laquelle on ne saurait trop applaudir.

Régénération des futaies. — Dans toute forêt bien ordonnée, la *régénération*, c'est-à-dire le repeuplement des parties exploitées, doit suivre la coupe. Dans les taillis cette régénération s'obtient principalement par le recrû des souches des arbres, cépées ou rejets abattus. Dans les forêts traitées en futaie pleine, elle résulte des semis naturels projetés par les arbres laissés sur pied tant dans ce but que dans celui de donner un abri provisoire aux jeunes brins sortant de terre, arbres qui ne doivent

(1) Numéro d'octobre 1902.

tomber à leur tour qu'après la réussite complète du jeune peuplement de semis.

Ce mode de régénération — très employé en France dans les forêts de l'État depuis la promulgation du Code forestier en 1827, à l'instar de ce qui se passait alors en Allemagne — a donné et donne souvent de bons résultats ; souvent aussi il n'amène qu'un repeuplement incomplet, parfois nul ; il occasionne en outre des dégâts par l'abatage sur le jeune peuplement des arbres laissés provisoirement à titre de porte-graines.

Un forestier expérimenté, M. Charles Prouvé, inspecteur des Forêts actuellement en retraite, insiste avec une conviction profonde, et d'ailleurs motivée, sur sa proposition d'exploiter les futaies par des coupes blanches, c'est-à-dire sans aucune réserve d'arbres porte-graines, et d'opérer la régénération par voie de plantation, au moyen de jeunes brins élevés à cet effet dans des pépinières attenantes à chaque forêt. Nous en avons déjà parlé dans le bulletin de *Sylviculture* d'octobre 1901 ; mais comme le sujet n'est pas épuisé et alimente encore les discussions, il n'est pas inopportun d'y revenir.

L'auteur cite l'exemple de la Saxe où l'on a renoncé au système du réensemencement naturel, pour le remplacer par celui des coupes *à tire et aire (Tire et aire*, corruption de " Tire *à* Aire „), c'est-à-dire par surfaces et sans aucune réserve, suivies de repeuplement artificiel (1).

Deux ordres d'objection peuvent être présentés : 1° La dépense, 2° le défaut d'abri pour les jeunes brins plantés.

Fort non seulement de ce qui se passe en Saxe, mais de sa propre expérience, M. Prouvé montre, avec chiffres à l'appui, que, au pis aller, la dépense du repeuplement artificiel, frais de pépinière compris, n'est pas supérieure à celle qu'entraîne le repeuplement naturel et à la perte résultant des dégâts causés par la chute des arbres porte-graines ; que souvent même elle lui est inférieure. Quant au manque d'abri pour les jeunes plants, il signale des repeuplements artificiels de hêtre et de sapin *(Abies pectinata)* par lui exécutés dans les montagnes des Vosges, aux débuts de sa carrière et formant aujourd'hui des massifs réguliers âgés de 50 ans et d'excellente venue. L'herbe qui avait

(1) Revue des Eaux et Forêts du 1er mai 1902. — *Tire à aire* signifie : tirer à la surface, autrement dit, exploiter par surfaces, par contenances, ce qui est le propre du système. *Tire* et *aire* ne s'explique pas étymologiquement.

poussé d'elle-même autour des jeunes plants sur la terre remuée, leur avait fourni l'abri dont ils avaient besoin durant les premières années. Des résultats analogues ont été obtenus également en Normandie.

La question a, du reste, été discutée à la Société des Agriculteurs de France, section de sylviculture. On a demandé à M. Prouvé si l'atmosphère humide de la Normandie n'était pas pour quelque chose dans la réussite de ses plantations sans abri. On a exprimé la crainte que, sur les versants exposés au midi, la sécheresse ne fît périr au bout de quelques années, les plantations faites sur l'emplacement des coupes blanches, celles-ci amenant par suite la destruction de la forêt.

M. Prouvé a répondu que, dans les forêts de plaine, avec des plants bien enracinés et racines enterrées à 30 ou 40 centimètres de profondeur, on n'a rien à craindre de la sécheresse. Quant aux sols naturellement secs en même temps qu'en pente rapide exposés au midi, il fait ses réserves (1).

Si nous avions un avis personnel à émettre dans ce débat, nous dirions que, sur cette question comme sur tant d'autres en matière de culture des bois, il n'y a rien d'absolu ; que, suivant les circonstances de lieux, de climats, de conditions météorologiques, minéralogiques et autres, telle méthode peut être utilement préférée à telle autre : ici, la méthode classique du réensemencement naturel et des éclaircies ; sur un autre point, la méthode Prouvé qui d'ailleurs n'exclut nullement les éclaircies ; ailleurs, le système Broilliard qui combine la méthode dite naturelle (ou classique) avec la *tire et aire*.

Du rôle de la mousse sur le sol forestier. — Un botaniste éminent, M. l'abbé Boulay, docteur ès sciences, professeur aux Facultés catholiques de Lille et auteur d'un traité monumental des *Muscinées de France* (2), s'est occupé plus spécialement des Muscinées de l'est. Il a étudié le rôle des mousses dans les sapinières de l'arrondissement de Saint-Dié, rôle important, comme on va le voir. Ce sont principalement des mousses du genre *Hypnum*, lesquelles sont les plus abondantes et forment sous bois les tapis les plus épais et les plus étendus. Il a constaté les très curieux faits suivants :

(1) Bulletin de la Société, 1er juin 1902. Commission permanente, séance du 18 avril 1902.

(2) Première partie. *Mousses*. Gr. in-8o de 624 pp. Paris, Savy.

A l'état moyennement sec, 200 grammes de ces mousses absorbent aisément 1000 grammes d'eau ; et 1200 grammes de mousse humide prise et pesée en forêt quelques heures après une averse, puis transportée dans un lieu sec et convenablement aéré, avaient perdu, au bout de 24 heures, 800 grammes de leur poids: quelques jours après, elles avaient perdu deux autres centaines de grammes ; revenant ainsi au poids de 200 grammes : plongé dans l'eau durant quelques minutes, le même paquet de mousse, après avoir été ensuite égoutté, avait repris son poids primitif de 1200 grammes ; avec une immersion plus prolongée, il atteignait 1500 grammes.

D'où l'on voit que la mousse qui tapisse le sol d'une forêt peut absorber jusqu'à 600 p. c. et même 650 p. c. de son propre poids.

Des pesées faites par surface de 1 m² après de fortes pluies d'orage ont fourni, suivant les espèces, des poids de 6 à 10 kilogrammes ; après une journée de temps chaud et sur des surfaces égales, les mêmes mousses donnaient encore des poids variant de 3 à 7 kilogrammes ; mais après 10 ou 15 jours de grosse chaleur, la dessiccation était presque complète.

L'auteur de ces intéressantes observations évalue à 50 000 hectares la portion des surfaces boisées de l'arrondissement de Saint-Dié afférente au seul bassin de la Meurthe. Plus de la moitié de cette surface est tapissée de mousse, sans compter que les sapins eux-mêmes *(abies pectinata)*, sur leurs tiges et sur leurs branches, portent une quantité de mousse plus grande que celle qui couvrirait la portion du sol dont ils occupent la place. En déduisant des 50 000 hectares, la contenance des chemins, routes et sentiers ainsi que du massif de jeunesse très serrée et de quelques parties peuplées de chêne et de hêtre où la mousse abonde un peu moins, il reste largement 30 000 hectares couverts de mousse. Or un mètre carré de celle-ci pesant 6 kilogrammes après une forte pluie et 1 kilogramme seulement après quelques jours d'air sec, il en résulte que la couverture de ces trente mille hectares de forêts retient, après une pluie d'orage suivant quelques jours de temps chaud et sec, quinze cent mille mètres cubes d'eau. Cette quantité d'eau remplirait un canal de 15 kilomètres de long sur 20 mètres de large et 5 mètres de profondeur.

Ainsi retenue, cette énorme quantité d'eau s'écoule peu à peu, pour la majeure partie, par ruissellement vers la Meurthe ou ses affluents, pour une autre partie s'infiltre dans le sol pour alimenter les nappes souterraines et les sources, et pour le surplus

retourne par évaporation dans l'atmosphère ou est absorbée par la végétation arborescente dont elle favorise le développement (1).

Supposé cette vaste surface déboisée et privée par là même des mousses qui croissent sous la protection du couvert des grands arbres, il se produirait alors dans les montagnes vosgiennes, ce qui se produit dans nos Pyrénées et dans nos Alpes : lors des pluies torrentielles de l'été ou de l'automne, ces masses d'eau se précipiteraient simultanément le long des pentes, creusant des ravins, entraînant les matériaux arrachés au sol, ensablant les cultures, portant ainsi la désolation et la ruine sur leur parcours, pour aller ensuite provoquer le débordement des rivières.

Ajoutons toutefois que la mousse n'est pas l'unique élément de cet aménagement bienfaisant des eaux pluviales sous le couvert des bois. La *couverture* des sols forestiers peut aussi, faute de mousse, être efficacement constituée par les détritus en partie décomposés et commençant à former humus qui tombent des arbres, comme feuilles, brindilles, fragments d'écorce détachés, fruits, etc., ainsi que des fougères vertes ou desséchées et autres débris ou menus végétaux. Tout cela forme une sorte de tapis épais et spongieux capable d'emmagasiner aussi plusieurs fois son poids d'eau.

Du rôle hydrologique des grandes masses boisées (2). — Si les mousses ne sont pas, comme nous venons de le remarquer, le seul élément constituant de la couverture du sol forestier, celle-ci n'est pas seule, d'ailleurs, à réaliser la retenue et l'aménagement des eaux. Toute la végétation y concourt, au point que les grandes masses boisées agissent sur le climat hydrologique d'une région, de la même manière, quoique dans une proportion moindre, que le voisinage des mers sur les zones littorales.

Ce fait pressenti depuis longtemps mais qui pouvait être contesté, ne peut plus l'être aujourd'hui en présence de données nouvelles, acquises assez récemment.

D'observations pluviométriques et udométriques nombreuses suivies pendant de longues années, tant en France — forêts de

(1) Cf. *Les Muscinées de l'est* du même auteur.

(2) Cf. un mémoire de M. E. Henry, publié par le Bulletin mensuel de la Société des Sciences de Nancy, sous ce titre : *Sur le rôle de la forêt dans la circulation de l'eau à la surface des continents.*

Haye près Nancy, d'Halatte dans l'Oise, de Tronçais en Allier — qu'en Allemagne, en Autriche, en Russie et jusque dans l'Inde, il résulte que les forêts exercent une incontestable puissance d'aspiration de l'eau, et qu'il tombe une plus grande quantité d'eau sur elles que sur les terres non boisées.

Leur pouvoir d'exhalation d'humidité a été constaté par les aéronautes qui ont reconnu, au-dessus des grandes forêts, la présence d'une sorte de matelas d'air saturé d'humidité se résolvant souvent en nuages qui se maintiennent à poste fixe malgré les courants chassant d'autres nuages au-dessus ou à côté d'eux.

Enfin la détermination exacte de la portion des eaux météoriques entraînées par ruissellement sur les versants montagneux et les terrains en pente, a pu être faite dans le bassin de la Durance.

De plus il est devenu certain qu'en plaine les forêts de grande étendue ont une action appréciable en tant que relief ou différence de niveau.

Si l'on cherche à se rendre compte de ce qu'il advient des eaux provenant des précipitations atmosphériques (pluies, neiges, brouillards), on constate les faits suivants :

Une partie a est retenue et évaporée sur les arbres et autres plantes :

Une autre partie b s'évapore sur ou dans le sol :

Une troisième c s'écoule par ruissellements suivant les lignes de plus grande pente ;

Une quatrième d imbibe le sol à un degré pouvant aller jusqu'à la saturation ;

Une cinquième e est absorbée par la végétation (croissance et transpiration) ;

Le surplus S s'infiltre dans l'intérieur du terrain et alimente les nappes souterraines et les sources.

Tel est le cas le plus complexe et partant le plus général.

Si l'on appelle T la tranche pluviale considérée, on aura, en forêt de montagne :

$$T = a + b + c + d + e + S$$

Dans une plaine sans accidents, le terme c (ruissellement) disparaît, et nous avons pour valeur de S (eau d'infiltration dans le sol) :

$$S = T - (a + b + d + e) \text{ (1)}$$

(1) Si l'on considérait un sol plat et dépourvu de végétation, deux

Ne pouvant exposer ici toutes les constatations qui, à l'aide de ces données, ont été faites, nous observerons seulement que, de ces quatre derniers termes, le premier est le seul qui puisse être déterminé *à peu près* exactement, et que, contrairement à ce qu'on pourrait croire, la forêt de plaine tend plutôt à abaisser qu'à exhausser la nappe d'eau souterraine ; et nous donnerons seulement les conclusions du beau mémoire de M. Henry en ce qui concerne l'action des forêts quant à la circulation de l'eau.

D'abord en plaine :

1° La forêt fournit le meilleur système d'assèchement et d'assainissement des terrains marécageux et fangeux ; témoins : les Landes, la Sologne, les Marais pontins, etc.

2° C'est elle seule qui peut puiser, à des profondeurs inaccessibles par ailleurs, l'eau inutilisée des nappes souterraines (qui, faute de différences de niveau, ne sourdent nulle part) pour la lancer haut dans l'atmosphère d'où elle retombe en pluie bienfaisante et sur la forêt même et sur les terres avoisinantes.

3° Elle n'abaisse les eaux souterraines que dans une proportion insignifiante dans les régions de pluviosité moyenne.

4° En rafraîchissant l'atmosphère au-dessus d'elle, elle augmente la condensation des vapeurs apportées par les vents et rend, pendant la saison de la végétation, les pluies plus fréquentes.

Mais si important que soit le rôle des forêts dans la plaine, il l'est bien autrement, et d'ailleurs à certains égards différent, dans la montagne.

Pas n'est besoin de rappeler ici comment les courants atmosphériques chargés de l'humidité qu'ils ont recueillie en passant sur les grandes nappes d'eau, mers, lacs, estuaires, et, dans une moindre proportion, au-dessus des masses forestières importantes, voient s'abaisser leur point de saturation à mesure qu'ils s'élèvent davantage, et, arrêtés par les faîtes des montagnes, y abandonnent, sous forme de neiges ou de pluies, toute l'eau qu'ils contiennent au-dessus du point de saturation. Les observations pluviométriques faites, dans les Alpes, sous la direction du regretté M. Demontzey, ont permis de constater qu'il tombe plus d'eau à l'altitude de 2500 mètres qu'à celle de 2000, plus à cette dernière qu'à celle de 1500, et dans une proportion telle que

autres termes a et e disparaîtraient encore, et la valeur de S deviendrait :

$$T - (b + d)$$

la quantité d'eau tombée à 2500 mètres était plus du double de celle tombée au fond d'une vallée, haute pourtant encore de 1130 mètres (1).

Or l'influence des montagnes boisées, surtout boisées en essences résineuses, ce qui est le cas le plus fréquent, est incomparablement plus grande sur les précipitations atmosphériques que celle des montagnes nues ou simplement gazonnées. Il a été constaté, au moyen d'évaporomètres, que l'atmosphère est exceptionnellement chargée d'humidité au-dessus des forêts, surtout des forêts de conifères ; en sorte que si cette humidité en dissolution dans l'air était apparente comme les brouillards, on verrait au-dessus d'elles un vaste écran de brume. Ce phénomène se produit même quelquefois, comme des aéronautes l'ont constaté au dessus de forêts de plaine. Mais, par des causes qui n'ont pas encore pu être déterminées, il est beaucoup plus saillant au-dessus des bois résineux qu'au-dessus des forêts feuillues.

Quoi qu'il en soit, il a été constaté par un météorologiste forestier de mérite, M. Fautrat, alors inspecteur à Senlis, que, sur les massifs de pins de la forêt d'Halatte, en Oise, la quantité d'eau évaporée était, par hectare, de 2680 mètres cubes de plus que sur l'hectare de bois feuillus. Et comme le poids de la vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air saturé à 20° est de 18 grammes, il en résulte que ces 2680 mètres cubes de vapeur d'eau suffisent à saturer $\frac{2680 \times 10^6}{18} = 149$ millions de mètres cubes d'air.

En Espagne et en Portugal, où la plupart des montagnes sont déboisées, il a été constaté par M. Angot, dans un travail sur le *Régime des pluies de la péninsule ibérique*, que ce pays, qui est le moins boisé d'Europe, est aussi celui où les pluies sont le plus rares, et le climat le plus sec.

Reprenons les termes ou facteurs de l'action hydrologique dans les forêts, savoir :

a = l'eau retenue et évaporée par les végétaux ;
b = l'eau évaporée à la surface du sol ;
c = l'eau de ruissellement (nulle en plaine) ;
d = l'eau absorbée, bue par le sol ;
e = l'eau absorbée ou transpirée par les végétaux ;
S = l'eau d'infiltration à travers les couches du sol et du sous-sol.

1) Cf. P. Demontzey, *Traité pratique du reboisement des montagnes*, p. 137.

En montagne, *b* est plus faible qu'en plaine, puisque la température s'abaisse en raison inverse de l'altitude, et cela malgré la diminution de pression, laquelle ne suffit pas à compenser le refroidissement.

Pour la même raison *e* est également plus faible qu'en plaine; et l'on en a la preuve par la diminution de l'aire et du poids des feuilles à mesure que l'altitude est plus élevée, les plantes fabriquant d'autant moins de matière organique.

Quant à la valeur de *a*, elle n'a pu encore être déterminée en montagne et parmi les résineux, comme en plaine. Mais, en raison de la quantité plus grande d'eau ou de neige qui tombe sur les hauteurs, il semble que, toute proportion gardée, une plus grande quantité de cette pluie ou de cette neige doit arriver jusqu'à terre.

En sorte que si nous considérons, dans les hautes altitudes, les parties horizontales, c'est-à-dire les plateaux, nous voyons qu'ils reçoivent une tranche d'eau plus épaisse, plus considérable que dans la plaine. Aussi y rencontre-t-on souvent des parties tourbeuses et marécageuses.

Mais les parties planes sont, en montagne, l'exception. La règle, ce sont les versants à pentes plus ou moins inclinées, où le terme *c* (ruissellement) remplit un rôle considérable dans l'alimentation de la nappe souterraine et des sources. Prépondérant dans les pentes découvertes où il agit avec violence et par chutes de courte durée, il est considérablement amoindri sous bois; et filtrant doucement à travers les mousses, l'humus et le sous-sol, où l'eau s'est emmagasinée préalablement, il agit avec une lenteur graduée, sans provoquer d'érosion, amenant ainsi la régularisation du régime des cours d'eau et du débit des sources.

Cette vérité est confirmée par des exemples topiques. Nous en citerons deux pour clore ce modeste aperçu.

En Belgique, M. Crahay, inspecteur des Eaux et Forêts, a constaté à Planchimont la régularisation du débit des sources, du fait de la présence d'un massif d'épicéas créé 35 ans auparavant : l'une d'elles qui tarissait à chaque été, ne tarit plus jamais. Au contraire, commune de Villers-devant-Orval, au lieu dit Bois-le-François, un taillis sous futaie ayant été défriché, deux sources ont tari.

D'une communication faite au Congrès international de Sylviculture à Paris en 1900, il résulte que dans une commune du département du Rhône, à Lamare-sur-Azergues, sur la lisière

occidentale d'un terrain sablonneux en pente où existe un petit bois taillis, chaque fois que celui-ci est exploité, une source voisine voit son débit diminuer pour redevenir graduellement normal à mesure que le taillis croît de nouveau. Sur le surplus de ce versant, naguère en grande partie déboisé, et où les cours d'eau tendaient au régime torrentiel, partout où quelque bouquet de bois a été conservé ou créé, une source se maintient ou apparaît. Les plantations de conifères qu'y exécute le propriétaire, M. Servier, contribuent à arrêter la tendance des cours d'eau au régime des torrents.

Au résumé, ce qui est aujourd'hui hors de conteste, c'est l'action bienfaisante de la forêt de montagne, du *saltus*, dans quatre directions : augmentation des précipitations atmosphériques : protection du sol contre les érosions par l'emmagasinement de l'humidité dans les couches superficielles et son infiltration lente ; régularisation du régime des cours d'eau et atténuation sensible des crues violentes ; enfin conservation des sources et régularisation de leur débit.

C. DE KIRWAN.

PHYSIQUE

CLAPETS ÉLECTROLYTIQUES (1)

C'est un **problème** qui se présente fréquemment dans les applications de l'électricité que celui des soupapes ou clapets ne permettant le passage du courant que dans un sens. Nous

(1) Graetz : *Sur un procédé électrochimique de transformation des courants alternatifs en courants continus*. Congrès d'Électrochimie, Munich, 1897. ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE, 1898, t. XIV, pp. 288-290.

Blondin : *Clapets électriques et redresseurs de courants électrolytiques ; ibid.*, 1898, pp. 293-298.

Maur. Leblanc : *Sur les clapets électriques ; ibid.*, 2 octobre 1897, t. XIII, p. 40.

Pollak : *Sur un nouveau condensateur électrolytique ;* COMPTES RENDUS, t. CXXIV, 21 juin 1897. — *Sur un voltamètre disjoncteur des courants ; ibid.*, t. CXXXII, 10 juin 1901. — *Redresseurs à aluminium ;* SOC. FRANÇ. DE PHYS., 6 juin 1902.

Nodon : *Soupape électrique, redresseur condensateur pour la trans-*

l'avons déjà rencontré sous une de ses formes dans un de nos précédents bulletins à propos des rayons X (1). La bobine d'induction fournit en effet des courants alternativement de sens opposés. Or le tube à rayons X demande à recevoir la décharge dans un sens déterminé toujours le même : une de ses électrodes est destinée à rester toujours cathode ou pôle négatif. Les deux courants induits sont à la vérité très inégaux en force électromotrice, et l'on se contente souvent de connecter le tube de façon que sa cathode soit en bonne place pour l'induit le plus énergique qui est l'induit de rupture. Mais, surtout avec les grosses bobines, on ne peut que gagner, au point de vue de la netteté des images et de la vie des tubes, à supprimer complètement, si possible, le flux de sens contraire. Villard a donné de ce problème une solution déduite de ses recherches sur les rayons cathodiques : il construit une ampoule présentant à la décharge, dans un sens donné, une résistance équivalente de quinze ou vingt centimètres d'étincelle, tandis que, dans l'autre sens, elle équivaut à peine à quelques millimètres. Mise convenablement en série avec un focus à rayons X, cette ampoule arrête entièrement les décharges irrégulières : c'est la *soupape cathodique* dont nous avons donné les détails de construction dans le Bulletin déjà cité.

De même, les riverains d'une canalisation à courants alternatifs se trouvent limités dans l'emploi de l'énergie mise à leur disposition. En vain tenteraient-ils, par exemple, de faire de la galvanoplastie, de charger des accumulateurs, etc. D'autre part, le transport de l'énergie par courants alternatifs ne peut que se développer de plus en plus en raison des avantages qui caractérisent cette modalité du flux électrique : facilité de la production des hauts voltages et, par suite, du transport économique de la puissance à grande distance, simplicité de construction et rendement avantageux des transformateurs, élévateurs ou réducteurs de voltage, etc... Reste à plier à tous les usages cette énergie si commodément transportable.

formation de courants alternatifs simples et polyphasés en courants continus ; Soc. franç. de Phys., 16 mai 1902. — *La transformation des courants alternatifs en courants continus ;* Cosmos, septembre 1902, pp. 326-328.

Hospitalier : *Sur le rendement et les applications industrielles des soupapes électriques ;* Industrie électrique, décembre 1902, t. XI, pp. 533-535.

Soulier : *Quelques applications des clapets électrolytiques ; ibid.*, novembre 1902, pp. 522 et 523.

(1) Cette Revue, *Physique*, juillet 1901.

Pour mémoire, mentionnons que **l'arc électrique** alimenté par du courant alternatif, le redresse en partie, si bien qu'un petit moteur à courant continu placé en dérivation sur les charbons se met à tourner (1). Mais ce principe n'est pas susceptible d'application vraiment pratique.

En fait, le **procédé le plus employé** pour obtenir du courant continu avec de l'alternatif consiste à prendre un moteur alternatif qui actionne une dynamo à courant continu. Pareille installation est encombrante et coûteuse ; elle exige de la surveillance et son rendement est peu satisfaisant.

Un appareil simple et peu coûteux qui, à la façon d'un clapet, ne fonctionnerait que dans un sens et ne livrerait passage qu'à une des deux alternativités du courant aurait sa place toute faite dans la technique électrique.

Buff découvrit, il y a bientôt un demi-siècle (1857), **une propriété de l'aluminium** qui promet de nous conduire prochainement à une solution très élégante du problème posé.

Constituons une cellule électrolytique dont une des lames soit en aluminium, la seconde étant d'un autre métal, d'ailleurs quelconque, ou de charbon. Comme électrolyte prenons de l'eau acidulée, ou tout autre liquide dont la décomposition donne de l'oxygène au pôle positif. Introduisons cette cellule dans un circuit à courant continu. Si la lame d'aluminium est reliée au pôle négatif, autrement dit, si elle est cathode, rien de particulier ne s'observe ; une force contre-électromotrice de valeur normale, un volt environ, s'éveille. Au contraire, l'aluminium est-il au pôle positif, est-il anode, bientôt le courant est arrêté ou tout au moins notablement affaibli. Il semble qu'une force contre-électromotrice d'une vingtaine de volts au minimum se soit développée.

Le phénomène est dû à la combinaison de l'oxygène dégagé sur l'anode, d'où formation d'une couche d'alumine extrêmement mince.

Quel est le **rôle de cette couche d'alumine ?** Il ne semble pas aisé à définir d'une façon parfaitement claire. Faut-il y reconnaître avec Beetz (1877) une *résistance chimique ordinaire ?* Certainement non ; car, dans ce cas, la perte de charge varie-

(1) Cette Revue, *Physique*, juillet 1902.

rait avec l'intensité du courant, ce qui n'est pas. Cette perte est toujours de vingt volts au minimum. Toute force électromotrice inférieure à vingt volts est simplement arrêtée, et celles supérieures à cette limite sont uniformément réduites de vingt volts.

D'autre part, la cellule n'est pas réellement douée d'une vraie force contre-électromotrice aussi élevée. Si l'on retire la cellule du circuit et qu'on la ferme sur un voltmètre, on trouve environ un volt.

Streintz émit cette idée que l'aluminium et le liquide forment une sorte de **condensateur** avec l'alumine comme diélectrique imparfait (1887). Les recherches d'Hospitalier confirment et précisent cette conception (1902). Au moyen de son ingénieux ondographe, il relève la courbe qui définit en fonction du temps l'allure du courant dans les cellules (disposées suivant un schéma que nous définissons ci-dessous). Un condensateur leur est ensuite substitué sur le même courant (alternatif). La comparaison des courbes obtenues conduit à cette conclusion que la soupape se comporte comme un *condensateur ayant une fuite*, c'est-à-dire présentant une résistance intérieure médiocre.

Après ce que nous avons dit, le lecteur comprend que la **cellule électrolytique** à anode d'aluminium puisse servir de **clapet** pour l'utilisation du courant alternatif comme courant, sinon continu, du moins toujours de même sens. Acceptons le chiffre de Graetz : vingt-deux volts pour la résistance d'une cellule, et supposons du courant alternatif à 110 volts. Si nous intercalons une cellule de ce genre sur la ligne alternative, l'onde électrique faisant l'aluminium cathode passe à peine affaiblie. Mais à l'alternance suivante, l'aluminium devient anode, la pression de l'onde est réduite de vingt-deux volts. Y a-t-il deux cellules en série, la même onde est réduite de deux fois vingt-deux volts et ainsi de suite. Pour cinq cellules en série, l'alternance en question est réduite de cinq fois vingt-deux volts ; elle est complètement arrêtée, tandis que l'alternance opposée passe avec une pression de $110 - 5 = 105$ volts.

Nous voici donc à même de charger des accumulateurs au moyen du courant alternatif. A l'une des bornes, n'importe laquelle, mettons, par exemple, d'abord le premier aluminium d'une série de cinq cellules ; seules les ondes négatives, si l'on peut ainsi parler, forceront les clapets. Nous n'avons donc qu'à connecter au bout de leur série, le pôle négatif de nos éléments et le positif final à la seconde borne de l'alternatif. Du reste,

nous aurons eu soin de donner aux surfaces des électrodes de nos clapets des dimensions en rapport avec l'intensité de courant utilisable dans nos accumulateurs.

Il ne semblerait pas qu'un pareil dispositif pût transformer le courant alternatif en courant continu, même approximativement: pas plus qu'un clapet mécanique disposé sur un tuyau qui sert alternativement à l'aspiration et au refoulement ne transformerait le flux admis par lui en un débit continu et d'une régularité absolue. Mettons en effet que ce clapet travaille au refoulement. La pression foulante part de zéro et croît ; le clapet se soulève plus ou moins partiellement et admet un courant dont l'intensité va en croissant, jusqu'à un maximum ; puis, la pression décroissant, le clapet redescend vers son siège, tandis que le courant de refoulement faiblit. Suit la période d'aspiration égale en durée à celle de refoulement. Pendant ce temps le clapet demeure inerte et le fluide reste immobile dans la canalisation. Il y a donc des débits d'intensité croissante, maximum, puis décroissante, coupés par des arrêts également longs. Nous aurons pourtant à revenir sur ce point.

Jusqu'ici une des deux alternativités seule est utilisée, l'autre est inefficace. N'est-elle pas perdue et le consommateur ne devra-t-il pas payer intégralement une énergie dont une moitié seulement lui rend service ? Nullement. A l'alternativité inefficace, le circuit est équivalemment interrompu par la couche d'alumine ; il ne passe pas un coulomb dans la canalisation, de même qu'il ne passe pas un litre de fluide dans la canalisation mécanique lorsque le clapet est sur son siège.

Encore serait-il intéressant et pratique d'avoir l'**utilisation des deux alternativités** : on gagnerait toujours la moitié du temps requis pour un travail déterminé. C'est là une pure question de connexions assez simple et qui n'est pas faite pour embarrasser nos techniciens passés maîtres dans ces sortes de combinaisons.

Le tout revient à un **montage en pont**, du genre du pont de Wheatstone. Expliquons-nous — en priant le lecteur de bien vouloir nous suivre le crayon à la main. Au moyen de conducteurs formons un quadrilatère et menons une des diagonales : c'est le " pont ", cette diagonale. Les deux autres sommets du quadrilatère sont connectés à la canalisation alternative. Sur chacune des branches mettons cinq cellules à anode d'aluminium. Il s'agit de les orienter convenablement ; voici : je pars d'un des

sommets privés de diagonale et prends, à volonté, l'un ou l'autre côté du quadrilatère sur lequel je connecte cinq cellules, aluminium en tête, par exemple; cela est indifférent. Passé les cellules, j'arrive au sommet à diagonale, je suis celle-ci et continue par le côté opposé au premier où je connecte cinq nouvelles cellules orientées comme les premières, à savoir, aluminium en tête.

J'arrive ainsi à la seconde borne de la canalisation alternative. Ne considérons que le chemin que je viens de parcourir. Impraticable au flux positif, puisque l'aluminium se présente le premier, ce chemin sera parfaitement suivi par le flux négatif. Voilà pour la première alternance.

Disposons maintenant le chemin du flux négatif de la seconde alternance. Les bornes de la canalisation ont maintenant changé de signe. Si donc au début de mon voyage, je me trouvais au pôle négatif de la première alternance, me voici maintenant au pôle négatif de la seconde. La suite saute aux yeux. Je continue mon tour par les côtés non encore parcourus et la diagonale. Sur le premier côté, je connecte une nouvelle série de clapets, toujours aluminium en tête, de façon à livrer passage au flux négatif. Puis voici la diagonale. J'observe qu'elle se présente à moi dans le même sens qu'au premier demi-tour ; après elle, vient le dernier côté que je garnis de clapets comme les précédents. Le problème est évidemment résolu. Les flux négatifs de chacune des deux alternativités parcourent le pont dans le même sens ; on peut y disposer les appareils d'utilisation à courant continu.

Ici encore nous n'obtenons que du courant ondulatoire, mais cette fois sans arrêt ? C'est du **courant alternatif redressé** ; les deux alternances sont ramenées dans le pont à une même direction. Toutefois, nous l'avons dit, nous aurons à revenir sur la forme du courant.

Nous n'avons adopté plus haut le chiffre donné par Graetz en 1897 — vingt-deux volts de chute par clapet — que pour la commodité de notre exposition. Somme toute, Graetz n'a guère fait que retrouver une partie des résultats déjà acquis par **Pollak** dès 1895. Un choix heureux de l'électrolyte permit à ce dernier de réaliser des **clapets électrolytiques à haute pression.** Au lieu de vingt volts par clapet, il obtint d'abord cent et cent-vingt volts (1896) ; puis cent-quarante volts (1897) et, plus récemment, deux cents volts (1901). Aux solutions acides, Pollak préfère les alcalines, spécialement celles de phosphates. Il s'est

arrêté à une solution légèrement acide de phosphate de potasse. Les deux alternativités du courant étaient utilisées dans ses expériences ; et il réalisa l'alimentation de lampes à arc pour courant continu, de moteurs *item*, jusqu'à une puissance de six chevaux, la charge des accumulateurs, etc.

Mais Pollak n'a obtenu qu'un rendement de 75 p. c. Graetz attribue à ses clapets le rendement remarquable de 93 p. c. Ce facteur, dit Graetz, dépend de la résistance des cellules et du rapport de leurs forces contre-électromotrices dans les deux sens et, par suite, de la nature de la seconde électrode. La valeur indiquée pour ce rendement demande confirmation.

Les dernières recherches sur le terrain des **clapets électrolytiques** sont dues à **Nodon**. La cellule est un cylindre de fer ou de fonte servant d'électrode. A travers un bouchon isolant qui forme le fond de l'appareil, pénètre dans l'axe un bâton d'aluminium allié de 5 p. c. de zinc. L'électrolyte est une solution saturée et neutre de phosphate d'ammoniaque.

Pour former la couche d'alumine, Nodon applique à ses cellules une force électromotrice alternative croissante. Une résistance, ou mieux une bobine de self, permet de passer progressivement de quinze volts à cent et dix. Cet accessoire fait partie de l'installation de telle sorte que, en fait, la " formation „ des clapets se renouvelle d'elle-même, en une dizaine de secondes, à chaque mise en route. Le clapet résiste à cent quarante volts efficaces. L'usure de l'aluminium et de l'électrolyte est pratiquement nulle. Un modèle de trente ampères se retrouve identique à lui-même après un service de plusieurs mois à dix heures par jour.

Le rendement de la soupape Nodon mesuré par Hospitalier varie entre 65 et 75 p. c.; il atteint même 80 p. c. Les pertes sont dues aux phénomènes électrolytiques, à la résistance ohmique des clapets. Ceux-ci s'échauffent donc ; mais on a soin de maintenir le débit entre cinq et dix ampères par décimètre carré d'aluminium et, dans ces conditions, la température se maintient, dans une cellule d'une puissance de quatre chevaux, au voisinage de 55°. Ce réglage de la densité du courant se fait très simplement au moyen d'un manchon de porcelaine qui, descendu plus ou moins sur le cylindre d'aluminium, en limite la surface active.

On nous promet des résultats également satisfaisants pour les puissances plus élevées.

L'usage du clapet électrolytique n'est pas limité au redressement du courant alternatif monophasé, le seul que nous ayons considéré jusqu'ici. Reprenons le schéma du pont. On peut énoncer le mode de ses connexions comme suit : à chaque borne du courant, on relie les pôles de noms contraires de deux clapets. On réunit ensuite les pôles libres de même nom : aluminium avec aluminium, fer avec fer ; et on jette un pont entre ces conducteurs de jonction. On obtient dans le pont un courant qui va de l'aluminium au fer.

La même règle s'applique au **courant polyphasé**. Soit, par exemple, du courant triphasé : on aura trois bornes, donc trois couples de clapets à connecter ; les trois pôles aluminium libres seront réunis entre eux, d'une part ; d'autre part, les trois pôles fer libres ; et le pont réunira les deux points de concours.

Nous avons dit ci-dessus quelle paraissait devoir être la **forme du courant** fourni par les clapets et leurs combinaisons. Son **allure réelle** a été déterminée au moyen de l'ondographe d'Hospitalier et l'on a observé qu'à la charge des accumulateurs et même en actionnant un moteur Rechniewski, la courbe du courant n'était pas composée d'arcades franches caractérisant l'alternatif simplement redressé, mais que les courbures étaient atténuées au point de constituer une ligne lâchement ondulée, presque droite, comme si l'on obtenait du **courant approximativement continu**. C'est là un effet de capacité. Nous avons vu en effet que le clapet électrolytique constitue une sorte de condensateur dont les armatures sont le liquide et l'aluminium avec, comme diélectrique, la couche extra-mince d'alumine. Effectivement, cette allure régulière du courant de sens constant dans le pont s'obtient d'une façon très marquée si l'on met en dérivation sur ses deux extrémités un nouvel élément constitué à peu de chose près comme les clapets électrolytiques que nous avons décrits.

Et l'on peut assez facilement se rendre compte du fonctionnement d'un condensateur dans ces conditions. Considérons un canal parcouru par un courant à pulsations plus ou moins marquées. Mettons chacune des deux extrémités de ce canal en large communication avec un réservoir de très grande capacité. Ces réservoirs se remplissent jusqu'au niveau moyen du liquide dans le canal au point de jonction. Le niveau tend-il à baisser dans le canal par l'effet de la pulsation, le réservoir se déverse dans le canal et maintient le niveau à sa valeur moyenne ; inversement,

le niveau cherche-t-il à monter, le réservoir absorbe en grande partie l'excédent de liquide, d'où, encore une fois, maintien du niveau moyen.

Les deux armatures du condensateur électrolytique sont ces deux réservoirs à grande capacité et on comprend le mécanisme de leur action.

Au cours de ses recherches sur les clapets redresseurs de courants, Pollak eut l'attention attirée sur leur capacité. A la condition que celle-ci fût très considérable, les cellules aluminiques paraissaient appelées à un grand avenir dans le rôle de condensateurs industriels.

Dès que les courants alternatifs entrèrent dans les applications pratiques, les techniciens comprirent combien il serait avantageux d'avoir à leur disposition des condensateurs robustes et de grande capacité. La self-induction, souvent considérable sur les lignes alimentant des moteurs ou de nombreuses lampes à arc, cause des perturbations notables dans le fonctionnement de la distribution. Or l'effet d'une capacité est précisément opposé à celui de la self. Il était donc tout indiqué de combattre les troubles apportés par cette dernière par l'adjonction de condensateurs à la ligne. Pour des raisons que nous ne saurions pas détailler ici, les condensateurs métalliques feuilletés employés dans les laboratoires ne peuvent pas être utilisés : leur emploi serait une source de dangers auxquels on n'échapperait qu'au prix de perturbations moins tolérables encore que celles qu'il s'agit d'atténuer. Le remède serait pire que le mal.

Le condensateur électrolytique formé de deux lames de plomb baignant dans l'eau acidulée ne résout pas davantage la question.

Pollak espéra que ses cellules aluminiques répondraient aux exigences de la pratique et se mit à les perfectionner dans ce sens.

D'abord le condensateur ne devant être traversé par aucun courant pouvait avoir ses deux électrodes en aluminium. Du coup, sa capacité était doublée.

On sait, en outre, que la condensation est d'autant plus grande que la couche de diélectrique est plus mince. Pollak s'attache à réaliser des couches d'alumine parfaitement régulières et d'une épaisseur infiniment petite.

Jusqu'à quel point le patient chercheur a-t-il réussi, l'expérience le dira.

Mais il faut bien ajouter que l'intérêt pratique de la question

semble diminuer. Les courants alternatifs s'emploient sur des réseaux dont l'extension tend à prendre des dimensions kilométriques énormes. La ligne, par sa capacité propre, contribue elle-même d'une façon efficace à rétablir la régularité troublée par la self-induction.

Signalons pour finir trois applications de la cellule aluminique, applications moins importantes mais non sans intérêt. Il est souvent utile, indispensable même, par exemple, en télégraphie sans fil, d'absorber l'étincelle d'extracourant d'ouverture aux relais, frappeurs, etc... Cette étincelle entretiendrait au poste récepteur la conductibilité du radio-conducteur au moment où il importe de le voir inerte, et rendrait ainsi toute communication impossible. Ce résultat est atteint en mettant en dérivation sur l'étincelle soit un condensateur, soit une résistance très grande et dénuée de self. Ducretet emploie comme condensateur une cellule électrolytique à électrode d'aluminium. Il est avantageux d'utiliser deux électrodes d'aluminium ; on peut se contenter d'une seule, mais alors il faut que cette électrode soit connectée au pôle positif du courant interrompu.

En second lieu, un clapet unique peut servir de barrière s'opposant au retour du courant vers la source dans la charge des accumulateurs en courant continu, et dispense par suite d'un disjoncteur automatique. Le mode de connexion est évident (Soulier).

La troisième application se rencontre dans la mesure des résistances liquides, terres de paratonnerre, etc... par la méthode du pont. Le courant continu est inutilisable : il développe, sur les plaques des cuves à liquide et sur les plaques de terre, des forces contre-électromotrices de polarisation qui faussent les résultats ; on recourt au courant alternatif d'une petite bobine d'induction et on remplace le galvanomètre dans le pont par un téléphone. Théoriquement, le son du téléphone doit s'éteindre quand l'équilibre est obtenu. En réalité, le silence ne s'observe guère, on a seulement un affaiblissement du son plus ou moins marqué. La persistance du bruit amène une certaine indécision au sujet du résultat exact de la mesure. Le remède consiste à n'admettre dans le pont qu'un des deux courants dont l'annulation s'observe avec précision au galvanomètre. Et c'est ce qui se réalise facilement au moyen d'un petit clapet à aluminium (Soulier).

Il peut donc y avoir quelque intérêt à dire comment on peut

facilement établir un pareil clapet en vue des applications mentionnées à l'instant.

Soit un flacon à large goulot, un bouchon pour le fermer ; dans ce bouchon, deux fentes dans lesquelles on introduit les électrodes l'une en plomb, l'autre en aluminium : trois centimètres de large, deux millimètres d'épaisseur. Comme électrolyte préférer une solution saturée de phosphate de potasse du commerce.

Formation du clapet : il est mis sur du courant continu à cent et dix volts en série avec une lampe de seize ou trente-deux bougies : le courant est inversé toutes les cinq minutes. Quand la lampe qui brille vivement pour le plomb anode, s'éteint à l'inversion suivante, la formation est complète. On marque le niveau du liquide et l'on a soin dans la suite de compenser, en ajoutant un peu d'eau, les pertes produites par évaporation et électrolyse, afin d'utiliser toute la surface qui a été formée (Soulier).

J.-D. Lucas, S. J.

GÉOGRAPHIE (1).

Les trois feuilles du dernier supplément de L'Année cartographique donnent les modifications géographiques et politiques survenues pendant les années 1899 et 1900, en Asie, en Afrique et en Amérique.

Les croquis pour l'Amérique sont au nombre de cinq : carte au $\frac{1}{500\,000}$ de la région comprise entre les 39° et 52°30′ lat. sud, et disputée par le Chili et la République Argentine. On sait que le roi d'Angleterre vient de trancher ce différend, en qualité d'arbitre. Esquisses du rio Uaupés, gros affluent du rio Negro (bassin de l'Amazone), levé par le comte Ermanno Stradelli ; du rio Bermejo-Tenco, d'après le capitaine H. Bolland ; et du district canadien compris entre le Chesterfield Inlet et le Grand lac des Esclaves, d'après D. Hanbury : enfin carte des chemins de fer du Brésil en 1900.

Les notices qui accompagnent ces cartes sont signées des noms de Schrader et de V. Huot ; elles sont consacrées en

(1) L'Année cartographique. *Supplément annuel à toutes les publications de Géographie et de Cartographie.....* 11e supplément, 3 feuilles in-folio de cartes, avec texte au dos. — Paris, Hachette, 1902.

grande partie à la chaîne des Andes et au règlement de frontières entre le Chili et l'Argentine. On y voit ressortir entre autres points la non-identité de la ligne culminante et de la ligne de séparation des eaux, et combien le différend survenu entre les deux républiques sud-américaines a fait progresser la connaissance géologique et topographique de la terre patagonienne. La Patagonie, qui est le pays par excellence des phénomènes glaciaires, a fait l'objet de bon nombre d'explorations récentes. Une des plus fécondes est celle du Dr Steffen, le vaillant pionnier des Andes chiliennes. Il a fait connaître particulièrement le rio *Baker* (rio las *Heras* de la carte de Moreno), déversoir du lac Cochrame (Pueyrredon de Moreno), et du lac Buenos-Aires, et l'un des plus grands fleuves du versant Pacifique des Andes. Les résultats obtenus par le Dr Steffen sont tantôt confirmés, tantôt rectifiés par M. Moreno, directeur du Musée de La Plata, et par ses collaborateurs. M. Moreno a également établi que la Cordillère centrale de Bolivie est distincte de la Cordillère des Andes proprement dites, tandis que le Dr Darapsky a montré que le plateau andin d'Antofalla et d'Arizaro, appelé généralement " Puna de Atacama „, est privé de tout écoulement vers l'Océan, et caractérisé par un grand nombre de dépôts salins qui lui donnent une singulière analogie avec le " Great Basin „ de l'Amérique septentrionale.

Nous venons de citer la Bolivie. Le service topographique de la maison Hachette a reçu mission d'exécuter la carte topographique au $\frac{1}{50\,000}$ de ce pays.

D'après le Dr H. Mayer, le Xingu supérieur, affluent de gauche de l'Amazone, est formé par la réunion de cinq rivières, entre autres le Ronuro. Elles drainent, avec leurs nombreux affluents, un pays fort arrosé et constituent, après un trajet fort court, des cours d'eau très profonds, larges de 300 mètres au moins. Le Formoso, l'une des branches supérieures du Ronuro, constitue la vraie source du Xingu.

L'esquisse du réseau des voies ferrées brésiliennes, construites ou projetées entre le bassin du Parana et la côte de l'Atlantique, est très suggestive; grâce à leur climat tempéré, les plateaux traversés sont un champ ouvert à l'émigration européenne, et il y a là pour le Brésil, comme le fait remarquer M. V. Huot, les éléments d'un développement nouveau et considérable.

Signalons enfin les explorations intéressantes faites dans les riches contrées aurifères du Yukon (Alaska), et celles de M. Low

le long de la côte orientale de la baie d'Hudson. Il a parcouru 500 milles, dont plus de la moitié n'avait jamais été reconnue, et a montré que les immenses régions inexplorées du triangle septentrional de la péninsule du Labrador, compris entre la Great Whale River au sud, et les baies d'Hudson et d'Ungava, sont parsemées d'une infinité de lacs et entourées de collines rocheuses et dénudées.

A part le croquis donnant les excellents itinéraires du capitaine H. H. P. Deasy au Turkestan chinois et au Tibet, les trois autres esquisses de la carte d'Asie sont consacrées à l'Indo-Chine française : division administrative de cette colonie ; Annam méridional ; territoire de Kouang-Tchéou.

Le voyage au Tibet du capitaine Deasy est un des plus importants exécutés dans cette partie inhospitalière de l'Asie, et s'est fait en pays généralement inexploré ; pour le Turkestan au contraire, limitrophe des Pamirs russe, afghan ou anglais, il existait déjà des levés d'itinéraires ; mais l'officier anglais enrichit de nombreuses notions la région montagneuse du Kouen Luu, extrêmement difficile à parcourir et surtout à explorer. M. Deasy est aussi parvenu à déterminer trigonométriquement l'altitude (7437 mètres) du Mouz-Tagh-Ata (Père des montagnes de glace), situé en dehors de son itinéraire, et resté inaccessible à Sven Hedin ; ce formidable bastion doit être placé, à raison de son altitude, au premier rang des sommets se trouvant au nord de l'Himalaya.

Les levés du capitaine Deasy couvrent 104 000 kilom. carrés. Deux autres notices complètent la feuille d'Asie ; celle du commandant Friquegnon fait connaître le plateau du Lang Biang (Annam méridional), où va être établi un sanatorium destiné aux fonctionnaires ayant besoin de repos et arrivés depuis trop peu de temps dans la colonie pour être rapatriés. Ce plateau se trouve à l'altitude de 1500 mètres. Éloigné de la mer de 75 kilomètres environ, il est tributaire de la rivière de Saïgon ou Donaï et formé non d'une plaine, mais de ballons séparés les uns des autres par des vallées étroites, assez profondes et dotées d'eaux à demi stagnantes.

Dans ses notes, M. E. Giffault détaille les modifications administratives survenues dans l'organisation du Laos, du Tonkin, de l'Annam, du Cambodge, de la Cochinchine et du territoire de la baie de Kouang-Tchéou, que la Chine a cédé à bail à la France par un accord intervenu le 11 avril 1898. Ce territoire où pourront être établis une station navale et un port commercial de

premier ordre, couvre une superficie de 100 000 hectares, et est peuplé par 150 000 habitants répartis en 500 villages ; c'est une densité de 145 individus au kilomètre carré.

M. M. Chesneau signale les diverses expéditions qui ont contribué à modifier ou à améliorer la carte d'Afrique. On ne trouve dans sa notice, dont le manque d'espace explique sans doute le caractère perpétuellement aride, qu'un seul résultat obtenu : d'après MM. Bernard et Huot, le Bahr Sara doit être considéré comme le cours inférieur du Wam.

Sous la rubrique " faits politiques „ sont consignées diverses mesures administratives relatives aux colonies, la prise de possession par la France des oasis du Touat, l'établissement du protectorat anglais sur le Marotséland (Zambèze), et trois arrangements fixant les limites de sphères d'influences européennes en Afrique.

La note consacrée par le capitaine d'Ollone à son voyage d'exploration dans l'arrière-pays de la Côte d'Ivoire contraste singulièrement avec le relevé de M. Chesneau. Contrairement à l'opinion courante, le poste à Beyla, de même que tous les points du Soudan méridional, doivent être portés sur les cartes beaucoup plus au nord, et la forêt côtière doit y avoir plus de largeur.

D'autre part, il existe diverses chaînes de montagnes s'étageant depuis la mer jusqu'au plateau haut d'environ 700 mètres qui sépare le bassin du Niger des fleuves côtiers. La plus septentrionale de ces chaînes de montagnes atteint des altitudes de 2000 mètres dans les monts Nimba. Elle paraît se rattacher à un important nœud orographique situé dans l'hinterland libérien, et d'où seraient issus les puissants contreforts qui séparent les différentes vallées, et dépassent le niveau de la mer de 1400 à 1600 mètres ; ce nœud semble se relier au Fouta-Djallon et a peut-être donné naissance à la légende des monts de Kong, qui se trouve ainsi en partie exacte.

Le cours du Cavally a été fixé dans son ensemble, et par le fait est résolu le problème de la Sassandra : elle doit avoir pour source la *Férédougouba*, qui ne se jette pas dans le Cavally. Le capitaine d'Ollone estime que l'itinéraire d'Anderson et les noms signalés par lui sont fantaisistes et doivent disparaître des cartes, et que tout l'hinterland du Libéria semble devoir ménager d'intéressantes découvertes tant pour l'orographie que pour l'hydrographie.

" Enfin, dit en terminant le vaillant officier français, j'insiste sur la nécessité pour les géographes d'indiquer fortement sur

les cartes l'existence de la forêt. Plus que des montagnes, cette forêt crée une région impénétrable, absolument spéciale, et son importance est bien plus grande que ne l'était celle de la fameuse chaîne de Kong... Dans ce pays, fleuves ou montagnes comptent peu : une seule chose domine tout : la forêt. „

Nous terminons en disant que les esquisses cartographiques de la carte d'Afrique sont nombreuses et fort intéressantes. Elles donnent la Côte d'Ivoire ; les divisions administratives de l'Afrique occidentale française ; le Congo français et les bassins du Chari et du Haut-Ubangi ; l'Éthiopie méridionale et les régions limitrophes : la région lacustre à l'ouest du Victoria Nyanza ; la Rhodesia septentrionale et la région frontière allemande ; le bassin du Haut-Zambèze et les frontières méridionales de l'État du Congo.

F. Van Ortroy.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

—

E. Bardey. Algebraische Gleichungen nebst den Resultaten und den Methoden zu ihrer Auflösung. Fünfte Auflage, bearbeitet von Friedrich Pietzker. Un vol. in-8° de 420 pages. Leipzig, B. C. Teubner, 1902.

Recueil très riche d'exercices sur les équations algébriques du second degré. Les améliorations et les additions introduites par M. F. Pietzker ne peuvent qu'augmenter la réputation dont cet ouvrage jouit en Allemagne depuis sa première édition, en 1868. Voici un résumé de la table des matières : I. *Équations à une inconnue.* — A. Équations quadratiques pures (1-83). B. Equations complètes (84-190). C. Équations d'un degré supérieur, dont une des racines se reconnaît facilement (191-244). D. Équations quadratiques, $Ax^{2n} + Bx^n + C = 0$ (245-364). E. Équations biquadratiques réductibles au second degré (365-492). — II. *Équations à deux inconnues.* De forme homogène (1-314) ; de forme particulière (315-394). — III. *Équations à trois et à quatre inconnues* (1-77, et 78-114).

Emanuel Czuber. Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung Statistik und Lebenversi-

cherung. Un vol. grand in-8° en deux fascicules de 1-304 et 304-594 pages. Leipzig. B. G. Teubner.

Hermann Grassmanns. Gesammelte Mathematische und Physikalische Werke. Auf Veranlassung der mathematisch-physischen Klasse der Kgl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. und unter Mitwirkung der Herren : Jacob Lürolh, Eduard Study, Justus Grassmann, Hermann Grassmann der Jüngere, Georg Scheffers, herausgegeben von Friedrich Engel. II Band. II. Theil. *Die Abhandlungen zur Mechanik und zur Mathematischen Physik.* Un vol. grand in-8° de 266 pages. Leipzig, B. G. Teubner, 1902.

M. Hamburger. Gedächtnisrede auf Immanuel Lazarus Fuchs ; extrait des Arch. der Mathem. und Phys., III Band, 3 und 4 Heft. Brochure in-8° de 16 pages. Leipzig, B. G. Teubner.

Avec un portrait et la liste bibliographique des travaux du célèbre mathémacien, né à Moschin, dans la province de Posen, le 5 mai 1833, et décédé le 26 avril 1902.

Kurt Hensel und **Georg Landsberg.** Theorie der Algebraischen Funktionen einer Variabeln und ihre Anwendung auf algebraische Kurven und Abelsche Integrale. Un volume grand in-8° de 708 pages. Leipzig, B. G. Teubner, 1902.

Traité considérable et de très grande valeur scientifique sur la fonction algébrique d'une variable avec des applications aux courbes algébriques et aux intégrales abéliennes.

Bernhard Riemann's Gesammelte Mathematische Werke. Nachträge herausgegeben von M. Noether und W. Wirtinger. Un volume grand in-8° de 116 pages. Leipzig, B. G. Teubner, 1902.

Paul Sauerbeck. Einleitung in die Analytische Geometrie der höheren algebraischen Kurven nach den Methoden von Jean Paul de Gua de Malves. Ein Beitrag zur Kurvendiscussion. Un volume grand in-8° de 166 pages. Leipzig, B. G. Teubner, 1902.

1. Historique de la discussion des courbes : Descartes, Newton, Stirling, Maclaurin, Saurin, Maupertuis, Nicole, Clairaut, de Braquelongue, de Gua. — 2. Procédés auxiliaires. — 3. Théorie analytique des courbes d'après de Gua. — 4. Exercices divers

d'après de Gua. — Appendice : Notices biographiques sur les auteurs cités.

M. Schuster Geometrische Aufgaben und Lehbruch der Geometrie. Planimetrie. — Stereometrie. — Ebene und sphärische Trigonometrie. Nach konstruktiv-analytischer Methode bearbeitet. Ausgabe A : Für Vollanstalten. Zweiter Teil : Trigonometrie. Un volume in-8° de 112 pages. Leipzig, B. G. Teubner, 1903.

Recueil de questions et d'exercices de Trigonométrie, distribués en neuf chapitres : I et II, Triangles rectangles. — III et IV, Triangles quelconques. — V et VI, Somme de deux angles, formules et applications. — VII, VIII et IX, Trigonométrie sphérique. Applications à la Géographie mathémathique et à l'Astronomie. Un dixième chapitre donne des tables trigonométriques (3), géographiques (2) et astronomiques (2).

Otto Stolz und **J. A. Gmeiner.** Theoretische Arithmetik. II Abtheilung. Die Lehren von den reellen und von den complexen Zahlen. Un vol grand in-8° de xi, 99 402 pages. Leipzig, B. G. Teubner. 1902.

La première section de la nouvelle édition de ce livre classique en son genre et de très grande valeur, a paru en 1901 : grand in-8° de iv-98 pp. On en trouvera des comptes rendus détaillés dans le Bulletin de Darboux 1901, 1re partie, pp. 35-37 (J. Tannery) et dans le Bulletin de Loria 1901, pp. 42-44 (G. Vivanti).

Henry Augustus Rowland. The physical Papers. Un vol. grand in-8° de 704 pages. Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1902.

Le volume s'ouvre par une notice sur la vie et l'œuvre de H. A. Rowland par le Dr T. C. Mendenhall. Il contient : 1° l'ensemble des travaux publiés par le savant professeur de Baltimore sur la physique (magnétisme et électricité, chaleur et lumière) ; 2° six discours relatifs également à la physique ; 3° la bibliographie complète de ses œuvres ; 4° la description de la machine à diviser imaginée par le Prof. Rowland pour la gravure de ses célèbres réseaux de diffraction.

TABLE DES MATIÈRES

DU

TROISIÈME VOLUME (TROISIÈME SÉRIE)

TOME LIII DE LA COLLECTION

LIVRAISON DE JANVIER 1903

L'ÉRUPTION DE LA MARTINIQUE, par **M. A. de Lapparent** . 5

SUR UNE TRIPLE ALLIANCE NATURELLE, par **M. G. Van der Mensbrugghe** 37

LES ÉLECTRONS, par le **R. P. V. Schaffers, S. J.** 65

LE CONGRÈS DE LA HOUILLE BLANCHE, par **M. Éd. Capelle** . 120

VERS LE PÔLE SUD. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica (Suite)*, par **M. G. Lecointe** 164

LE GISEMENT HOUILLER DU NORD DE LA BELGIQUE, par **M. V. Lambiotte** 209

LE DOCTEUR ACHILLE DUMONT, par le **Dr Warlomont** . . 232

VARIÉTÉS. — I. *Le thé et le café*, par **M. É. De Wildeman** 250

II. *L'industrie belge des pierres à rasoir*, par **L. Banneux** 255

BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours d'Analyse mathématique, par Édouard Goursat, **M. d'Ocagne** 266

II. Éléments de la théorie des Fonctions elliptiques, par Jules Tannery et Jules Molk, **M. d'Ocagne** 269

III. Traité de Mécanique rationnelle, par P. Appell, t. III : Équilibre et Mouvement des milieux continus, **M. d'Ocagne** 273

IV. Cours de Dessin scientifique à l'usage de l'enseignement industriel, par O. Lambot, **B. L.** . . 281

V. Réflexions sur la Puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance, par Sadi Carnot, **J. T.** 285

VI. Encyclopédie industrielle. Traité pratique des Chemins de fer d'intérêt local et des Tramways, par Pierre Guidon, **N. S.** 288

VII. La Betterave agricole et industrielle, par L. Geschwind et E. Sellier, **Edmond Leplaë**. . 290

VIII. Notions de Géologie, par A. Raingeard, **C. de Kirwan** 293

IX. Cours d'Exploitation des mines, par Alfred Habets, **V. L.** 302

X. Études sur la Compétence civile à l'égard des étrangers, avec un exposé sommaire de la loi qui leur est applicable, et mises en rapport avec la convention franco-belge du 8 juillet 1899, par P. de Paepe, **A. V.** 305

Revue des recueils périodiques.

Astronomie, par **J. T.** 308

Histoire des mathématiques et des sciences, par le **R. P. H. Bosmans, S. J.** 318

Sylviculture, par **C. de Kirwan** 344

LIVRAISON D'AVRIL 1903

—

HERVÉ FAYE, par le **R. P. J. Thirion, S. J.** 353

L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES AUX ÉTATS-UNIS, par **M. le Dr Hector Lebrun** 404

LE SOLEIL DES TEMPS PRIMAIRES, par **M. le Vte du Ligondès** 445

L'IMPÔT SUR LE REVENU SELON LE SYSTÈME DE L' " INCOME TAX " BRITANNIQUE, par **M. Éd. Van der Smissen** . 464

A PROPOS DU PENDULE DE FOUCAULT, par **M. E. Pasquier** . 501

VERS LE PÔLE SUD. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica (Suite)*, par **M. G. Lecointe** 516

L'ART DE MANGER D'APRÈS LES PHYSIOLOGISTES MODERNES, par le **R. P. G. Hahn, S. J.** 560

NÉCROLOGIE. — CHARLES-L.-J.-X. DE LA VALLÉE POUSSIN, par **P. M.** 575

VARIÉTÉS. — I. *La nouvelle édition des pièces du procès de Galilée par A. Favaro*, par le **R. P. H. Bosmans, S. J.** 578

II. *Un cas de tumeur cérébrale*, par **M. le Dr Cuylits** 599

BIBLIOGRAPHIE. — I. Spezielle algebraische und transcendente ebene Kurven Theorie und Geschichte von Dr Gino Loria, **H. Bosmans, S. J.** 603

II. Cours d'Analyse, par G. Humbert, t. I : Calcul différentiel, principes du Calcul intégral, applications géométriques, **P. P.** 609

III. Essai sur l'Hyperespace, le Temps, la Matière et l'Énergie, par M. Boucher, **G. Lechalas** . . 615

IV. Notions fondamentales de Chimie organique, par Ch. Moureu, **H. De Greeff, S. J.** 620

V. Abrégé de Géologie, par A. de Lapparent, **G. Schmitz, S. J.** 623

VI. Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes, par Robert de Sinéty 625

VII. La théorie de l'Émotion, par W. James, **G. Lechalas** 628

VIII. L'idée d'Évolution dans la nature et dans l'histoire, par G. Richard, **G. Lechalas** 631

IX. L'Amour sain, par le Dr Surbled, **C. de Kirwan** 637

X. La Magie moderne ou l'Hypnotisme de nos jours, par le R. P. M. Rolfi, O. F. M., **C. de Kirwan** 640

XI. Index Animalium, a Carolo Davies Sherborn confectus. Sectio prima a Kal. Jan. MDCCLVIII usque ad finem Decemb. MDCCC, **Z.** . . . 646

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

PHYSIOLOGIE, par **G. H.** 647

BOTANIQUE, par **É. D. W.** 658

SCIENCES AGRICOLES, par **Hte R.** 665

SYLVICULTURE, par **C. de Kirwan** 672

PHYSIQUE, par **J.-D. Lucas, S. J.** 684

GÉOGRAPHIE, par **F. Van Ortroy.** 694

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE 698

Louvain. — Imp. POLLEUNIS & CEUTERICK, 32, rue des Orphelins, 32

AMNH LIBRARY
100226253